



TESIS - TE142599

KLASIFIKASI PONDOK PESANTREN PENERIMA BANTUAN REHABILITASI MENGGUNAKAN PENDEKATAN BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK

**STUDI KASUS KANWIL KEMENTERIAN AGAMA PROPINSI JAWA
TIMUR**

AHMAD ANDI AKMAL ALMAFALUTI
07111650067007

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TELEMATIKA
KONSENTRASI PENGELOLA TIK PEMERINTAHAN (PETIK)
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TESIS - TE142599

**KLASIFIKASI PONDOK PESANTREN PENERIMA
BANTUAN REHABILITASI MENGGUNAKAN
PENDEKATAN BACKPROPAGATION NEURAL
NETWORK**

**STUDI KASUS KANWIL KEMENTERIAN AGAMA PROPINSI JAWA
TIMUR**

**AHMAD ANDI AKMAL ALMAFALUTI
07111650067007**

**DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TELEMATIKA
KONSENTRASI PENGELOLA TIK PEMERINTAHAN (PETIK)
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Ahmad Andi Akmal Almafaluti
NRP. 07111650067007

Tanggal Ujian : 06 Juli 2018
Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng (Pembimbing I)
NIP: 195809161986011001
2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. (Pembimbing II)
NIP: 197003131995121001
3. Prof. Dr. Ir. Yoyon Kusnendar Suprpto, MSc (Penguji)
NIP: 195409251978031001
4. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. (Penguji)
NIP: 196806011995121009
5. Dr. Istas Pratomo, ST., MT. (Penguji)
NIP: 197903252003121001

Dekan Fakultas Teknologi Elektro

Dr. In Arief Sardjono, S.T., M.T.
NIP. 197002121995121001

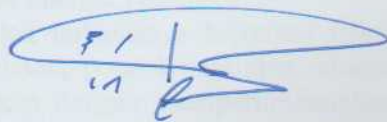
Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul **“KLASIFIKASI PONDOK PESANTREN PENERIMA BANTUAN REHABILITASI MENGGUNAKAN PENDEKATAN BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2018



Ahmad Andi Akmal Almafaluti

NRP. 07111650067007

Halaman ini sengaja dikosongkan

KLASIFIKASI PONDOK PESANTREN PENERIMA BANTUAN REHABILITASI MENGGUNAKAN PENDEKATAN BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK

Nama mahasiswa : Ahmad Andi Akmal Almafaluti
NRP : 07111650067007
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

ABSTRAK

Salah satu tugas negara dan pemerintah adalah mencerdaskan kehidupan bangsa. Dan salah satu penerapan Sila Pertama Pancasila adalah penyelenggaraan pendidikan agama dan keagamaan. Dalam agama Islam selain pemerintah, pelaksanaan pendidikan agama dan keagamaan Islam bisa dilakukan oleh masyarakat dalam bentuk pondok pesantren. Dalam fungsinya menyediakan lembaga pendidikan di tengah masyarakat Indonesia, pesantren memiliki jangkauan yang luas. Bahkan dalam sejarah, pesantren memiliki kontribusi yang besar dalam kehidupan berbangsa dan bernegara. Oleh karena itu pemerintah hadir dan memberi apresiasi serta dukungan kepada pesantren dalam pelaksanaan pendidikan agama dan keagamaan dalam bentuk Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

Banyaknya jumlah pondok pesantren dan terbatasnya kapasitas fiskal membuat pemerintah harus melakukan seleksi terhadap pondok pesantren sebagai calon penerima bantuan. Karena seleksi dilakukan dengan mempertimbangkan banyak variabel sesuai yang ditetapkan pemerintah dan dilakukan secara manual, maka membutuhkan proses yang lama. Dampaknya, pelaksanaan anggaran bantuan rehabilitasi tidak optimal dilaksanakan oleh pondok pesantren. Oleh karena itu diperlukan metode komputasi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Backpropagation Neural Network adalah salah satu metode data mining yang kemampuannya untuk melakukan klasifikasi sudah dibuktikan dalam banyak penelitian. Meskipun hasil pengujian korelasi fitur data pondok pesantren terhadap kelas jenis bantuan menunjukkan kategori sangat lemah bahkan mendekati 0, *Backpropagation Neural Network* metode pelatihan *gradient descent with momentum and adaptive learning rate* yang menggunakan 15 variabel input sebagai fitur dengan 4 kelas target, dapat melakukan klasifikasi dengan nilai akurasi 0,95 untuk proses pelatihan dan 0,89 pada proses pengujian.

Kata kunci: Pondok Pesantren penerima Bantuan Rehabilitasi, klasifikasi, Backpropagation Neural Network

Halaman ini sengaja dikosongkan

CLASSIFYING ISLAMIC BOARDING SCHOOL OF REHABILITATION BENEFICIARIES USING BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK APPROACH

By : Ahmad Andi Akmal Almafaluti
Student Identity Number: 07111650067007
Supervisor(s) : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng
2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

ABSTRACT

One of the tasks of the state is to educate the life of the nation. And one of the First Principles of Pancasila is the implementation of religious education. In Islam other than the government, the implementation of religious education can be done by the community in the form of Islamic Boarding Schools (henceforth pesantren). In its function to provide educational institutions in the Indonesian society, pesantren have a very wide range. Even in history, pesantren has a great contribution in the life of nation and state. Therefore, the government is present and give appreciation and support to the pesantren in the implementation of religious education in the form of Rehabilitation Funds of Islamic Boarding School.

The large number of pesantren and limited fiscal capacity make the government should make selection to the pesantren as a potential beneficiary. Because the selection is done by considering many variables as set by the government and done manually, it requires a long process. As a consequent, the implementation of rehabilitation aid budget is not optimally implemented by pesantren. Therefore a computational method is needed to solve the problem.

Backpropagation Neural Network is one method of data mining which the ability to classify has been proven in many research. Although the results of the correlation test of the pesantren data features toward the type of aid class indicate a very low level even 0, the Backpropagation Neural Network gradient descent with momentum and adaptive learning rate training method, which uses 15 input variables as features with 4 target classes, can classify with the accuracy value of 0.95 during the training process and 0.89 on the testing process.

Key words: Rehabilitation Funds of Islamic Boarding School, classification, Backpropagation Neural Network

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat dan perolongan Allah SWT pada akhirnya tesis ini telah selesai dibuat. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Tentunya dalam perjalanan penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari jasa berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng selaku Pembimbing Pertama atas perkenan waktu, bimbingan, arahan dan masukannya,
2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. selaku Pembimbing Kedua juga atas perkenan waktu, bimbingan, arahan dan masukannya,
3. Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia atas beasiswa yang diberikan,
4. Kementerian Agama Republik Indonesia atas kesempatan belajar yang diberikan,
5. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas dukungan dan fasilitasnya,
6. Prof. Ir. Joni Hermawan, M.Sc.Es, Ph.D. selaku Rektor Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
7. Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
8. Dr. Ir. Wirawan, DEA selaku Kepala Program Studi Pasca Sarjana Fakultas Teknologi Elektro,
9. Dr. Adhi Dharma Wibawa, ST, MT selaku Koordinator Bidang Keahlian Telematika – Pengelola Teknologi Informasi dan Komunikasi (PETIK),
10. Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Wali Akademik PETIK 2016,
11. Segenap Pengajar Program Studi Magister (S2) Departemen Teknik Elektro, Bidang Keahlian Telematika – PETIK atas jasanya dalam mentransfer ilmu pengetahuan dan pendewasaan pola berpikir selama masa perkuliahan,
12. Seluruh Staf Akademik atas bantuan demi kelancaran pengurusan administrasi dari awal perkuliahan sampai dengan selesainya tesis ini,

13. Kepala Kantor Wilayah Kementerian Agama Propinsi Jawa Timur dan Kepala Bagian Tata Usaha Kantor Wilayah Kementerian Agama Propinsi Jawa Timur yang telah memberikan rekomendasi tugas belajar,
14. Pejabat Eselon III dan IV beserta rekan-rekan pegawai yang telah membantu kelancaran dalam memperoleh data,
15. Segenap keluarga besar khususnya kedua orang tua dan kedua mertua, istri, serta adik-adik atas doa, dukungan, penyemangatan dan pengorbanannya,
16. Rekan-rekan PETIK dan Telematika 2016 atas persahabatan dan kebersamaan,
17. Dan semua pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, secara moril maupun materiil yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Semoga Allah mencatatnya sebagai amal solih dan membalasnya dengan kebaikan yang berlipat.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Penulis juga berharap tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi keilmuan agar menjadi sumber amal jariyah bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR NOMENKLATUR	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Pendidikan Agama Dan Keagamaan Bagian Dari Pendidikan Nasional	1
1.1.2 Peran Pondok Pesantren Dalam Pendidikan Keagamaan Islam	2
1.1.3 Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren	4
1.1.4 <i>Backpropagation NN</i> Untuk Pengklasifikasian	5
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Kontribusi	7
1.6 Metodologi Penelitian	7
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Penelitian Terkait	9
2.2 Teori Dasar	11
2.2.1 Pendidikan Keagamaan Islam	11
2.2.2 Pondok Pesantren	12
2.2.2.1 Kyai atau sebutan lain yang sejenis	12
2.2.2.2 Santri	12
2.2.2.3 Pondok atau asrama pesantren	13
2.2.2.4 Masjid atau musholla	13
2.2.2.5 Pengajian dan kajian kitab kuning	13
2.2.3 Penyelenggaraan pendidikan di pesantren	14
2.2.3.1 Pesantren sebagai satuan pendidikan	14

2.2.3.2	Pesantren sebagai penyelenggara pendidikan	15
2.2.3.2.1	<i>Pendidikan diniyah formal</i>	15
2.2.3.2.2	<i>Pendidikan diniyah non formal</i>	16
2.2.3.3	Penyelenggara pendidikan kesetaraan program paket	17
2.2.4	Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.....	18
2.2.4.1	Mekanisme dan prosedur penyaluran bantuan rehabilitasi	18
2.2.4.1.1	<i>Aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan.</i>	22
2.2.4.1.2	<i>Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai</i> 22	
2.2.4.1.3	<i>Jumlah peserta didik (santri)</i>	23
2.2.5	<i>Data Mining</i>	23
2.2.5.1	Metode pembelajaran	24
2.2.5.2	Algoritma data mining	24
2.2.5.2.1	<i>Klasifikasi</i>	24
2.2.5.2.2	<i>Estimasi</i>	25
2.2.5.2.3	<i>Prediksi</i>	25
2.2.5.2.4	<i>Asosiasi</i>	25
2.2.5.2.5	<i>Clustering</i>	25
2.2.5.3	Pelatihan dengan Supervisi	26
2.2.6	Metode <i>Backpropagation NN</i>	26
2.2.6.1	Arsitektur <i>Backpropagation NN</i>	26
2.2.6.2	Pelatihan <i>Backpropagation NN</i>	28
2.2.6.3	Variasi pada algoritma <i>backpropagation</i>	33
2.2.7	Uji kinerja.....	35
2.2.7.1	Mean Squared Error	35
2.2.7.2	Pearson's Correlation	35
2.2.7.3	Confusion Matrix	37
2.2.7.4	Kurva Receiver Operating Characteristic (ROC)	38
2.2.7.5	Holdout Methode.....	40
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		41
3.1	Tahap Persiapan Dan Pemilihan Data	43
3.2	Pra Pemrosesan.....	44
3.2.1	Pembersihan Data.....	44
3.2.2	Normalisasi.....	45
3.2.3	Tes Korelasi.....	45

3.3	Pelatihan <i>Backpropagation NN</i>	46
3.3.1	Pembangunan arsitektur <i>Backpropagation NN</i>	46
3.3.2	Proses Pelatihan	47
3.3.3	Analisis Model Jaringan	48
3.4	Pengklasifikasian Data Baru	49
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Tahap Persiapan dan Pemilihan Data	51
4.1.1	Aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan	52
4.1.2	Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai	53
4.1.3	Jumlah peserta didik (santri).....	53
4.1.4	Penentuan Kelas.....	54
4.2	Pra Pemrosesan	54
4.2.1	Pembersihan Data	54
4.2.2	Normalisasi	56
4.2.3	Tes Korelasi	56
4.3	Pelatihan <i>Backpropagation NN</i>	57
4.3.1	Pembangunan arsitektur <i>Backpropagation NN</i>	57
4.3.2	Konfigurasi	60
4.3.3	Proses pelatihan dan analisis hasil pelatihan	61
4.3.3.1	Mean Squared Error dan Pearson's Correlation	61
4.3.3.2	Confusion Matrix	67
4.3.3.2.1	Analisis hasil pelatihan.....	67
4.3.3.2.2	Analisis hasil pengujian.....	72
4.3.3.3	Kurva ROC	77
4.3.3.3.1	Kurva ROC hasil pelatihan.....	77
4.3.3.3.2	Kurva ROC hasil pengujian.....	78
4.4	Pengklasifikasian Data Tidak Terklasifikasi	80
BAB 5 PENUTUP		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA		85
BIOGRAFI PENULIS		87

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Dan Prosedur Penyaluran Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren (Amin, 2016)	19
Gambar 2.2 <i>Knowledge Discovery from Data</i> atau <i>Data Mining</i> (a) (Sayad, 2010), (b) (Wahono, 2016)	23
Gambar 2.3 Arsitektur <i>Backpropagation NN</i> (Purnomo & Kurniawan, 2006)	26
Gambar 2.4 Sigmoid unipolar, <i>range</i> (0,1)	29
Gambar 2.5 Sigmoid bipolar, <i>range</i> (-1,1)	29
Gambar 2.6 Linier (identitas)	29
Gambar 2.7 Bentuk dasar <i>confusion matrix</i>	37
Gambar 2.8 Kurva ROC (Han, et al., 2012)	39
Gambar 2.9 Memperkirakan akurasi dengan metode <i>holdout</i> (Han, et al., 2012) ..	40
Gambar 3.1 Alur kerja penelitian	41
Gambar 3.2 Usulan penelitian untuk proses pra seleksi dengan melakukan klasifikasi	42
Gambar 3.3 Arsitektur <i>Backpropagation NN</i> untuk pengklasifikasian data Pondok Pesantren Penerima Bantuan Rehabilitasi	47
Gambar 4.1 Hasil uji coba fungsi aktivasi proses pelatihan	58
Gambar 4.2 Hasil uji coba fungsi aktivasi proses pengujian	58
Gambar 4.3 Hasil uji coba menggunakan fungsi aktivasi bipolar-bipolar	59
Gambar 4.4 Grafik hasil uji coba <i>Backpropagation NN</i> dengan n unit lapisan tersembunyi	59
Gambar 4.5 Grafik hasil uji coba <i>Backpropagation NN</i> dengan n iterasi	60
Gambar 4.6 Grafis uji kinerja pelatihan <i>Backpropagation NN</i> metode <i>Gradient Descent</i>	62
Gambar 4.7 Grafis uji kinerja pelatihan <i>Backpropagation NN</i> metode <i>Gradient Descent with Momentum</i>	63
Gambar 4.8 Grafis uji kinerja pelatihan <i>Backpropagation NN</i> metode <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	64
Gambar 4.9 Grafis uji kinerja pelatihan <i>Backpropagation NN</i> metode <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	65
Gambar 4.10 Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) dan nilai <i>Area Under Curve</i> (AUC) proses pelatihan	78
Gambar 4.11 Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) dan nilai <i>Area Under Curve</i> (AUC) proses pelatihan pengujian proses pelatihan	79
Gambar 4.12 Hasil klasifikasi data baru oleh <i>Backpropagation NN</i> dengan metode pelatihan <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	80
Gambar 4.13 Komposisi hasil pengklasifikasian terhadap data tidak terklasifikasi	81

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Penunjang Terkait	10
Tabel 2.2 Kriteria hubungan <i>Pearson's Correlation</i>	36
Tabel 4.1 Pemisahan data pondok pesantren menurut kategori	51
Tabel 4.2 Fitur-fitur parameter kegiatan kepesantrenan dari data terklasifikasi...	52
Tabel 4.3 Fitur-fitur parameter sarana pesantren dari data terklasifikasi.....	53
Tabel 4.4 Fitur parameter peserta didik	53
Tabel 4.5 Daftar jenis Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Kanwil Kemenag Prop. Jawa Timur TA 2016-2017.....	54
Tabel 4.6 Fitur dengan nilai minimum dan maksimum yang sama	55
Tabel 4.7 Data hasil pembersihan	55
Tabel 4.8 Daftar jenis Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Kanwil Kemenag Prop. Jawa Timur TA 2016-2017.....	55
Tabel 4.9 Hasil normalisasi pada nilai fitur	56
Tabel 4.10 Nilai <i>Pearson's Correlation</i> fitur terhadap target.....	57
Tabel 4.11 Pembagian data metode <i>holdout</i>	61
Tabel 4.12 Kinerja pelatihan <i>Backpropagation NN</i>	66
Tabel 4.13 Kinerja pengujian <i>Backpropagation NN</i>	66
Tabel 4.14 <i>Confusion Matrix</i> pelatihan metode <i>Gradient Descent</i>	67
Tabel 4.15 <i>Confusion Matrix</i> pelatihan metode <i>Gradient Descent With Momentum</i>	68
Tabel 4.16 <i>Confusion Matrix</i> pelatihan metode <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	68
Tabel 4.17 <i>Confusion Matrix</i> pelatihan metode <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	69
Tabel 4.18 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode <i>Gradient Descent</i>	69
Tabel 4.19 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode <i>Gradient Descent With Momentum</i>	70
Tabel 4.20 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	71
Tabel 4.21 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	71
Tabel 4.22 <i>Confusion Matrix</i> pengujian metode <i>Gradient Descent</i>	72
Tabel 4.23 <i>Confusion Matrix</i> pengujian metode <i>Gradient Descent With Momentum</i>	73
Tabel 4.24 <i>Confusion Matrix</i> pengujian metode <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	73
Tabel 4.25 <i>Confusion Matrix</i> pengujian metode <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	74
Tabel 4.26 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode <i>Gradient Descent</i>	74
Tabel 4.27 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode <i>Gradient Descent with Momentum</i>	75

Tabel 4.28 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode <i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	76
Tabel 4.29 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode <i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	76
Tabel 4.30 Hasil pengklasifikasian pada keluaran simulasi oleh <i>Backpropagation NN</i> dengan metode pelatihan <i>Gradient Descent with Adaptive Momentum and Learning Rate</i>	81
Tabel 4.31 Contoh hasil penominasian calon penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren	82

DAFTAR NOMENKLATUR

No.	Notasi	Keterangan
1	x_i	Unit di lapisan masukan
2	x'	Nilai normalisasi dari x
3	z_{in}	Nilai masukan lapisan tersembunyi
4	v	Bobot penghubung antara unit-unit lapisan masukan dengan unit-unit lapisan tersembunyi
5	z	Unit lapisan tersembunyi
6	$f(z_{in})$	Fungsi pengaktif lapisan tersembunyi
7	w	Bobot penghubung antara unit-unit tersembunyi dengan unit-unit lapisan keluaran
8	y_{in}	Nilai masukan unit keluaran
9	y	Nilai unit lapisan keluaran
10	$f(y_{in})$	Fungsi pengaktif lapisan keluaran
11	δ	Nilai kesalahan (galat) unit lapisan keluaran
12	t	Nilai target
13	$f'(y_{in})$	Turunan fungsi aktivasi
14	Δw	Suku perubahan nilai bobot penghubung unit-unit lapisan keluaran dengan unit-unit lapisan tersembunyi
15	α	Laju pemahaman
16	δ_{in}	galat masukan lapisan tersembunyi
17	δ	nilai kesalahan (galat) unit lapisan tersembunyi
18	Δv	Suku perubahan nilai bobot penghubung unit-unit lapisan tersembunyi dengan unit-unit lapisan masukan
19	μ	Konstanta momentum
20	κ	Rasio penambah laju pemahaman
21	γ	Ratio pengurang laju pemahaman
22	E	<i>Squared error</i> dari pola yang dihasilkan
23	r	Koevisien korelasi
24	N	Banyak data
25	TP	<i>(True Positive) record</i> dengan kelas aktual positif terprediksi tepat sebagai kelas positif
26	FN	<i>(False Negative) record</i> dengan kelas aktual positif terprediksi salah sebagai kelas negatif
27	FP	<i>(False Positive) record</i> dengan kelas aktual negatif terprediksi salah sebagai kelas positif
28	TN	<i>(True Negative) record</i> dengan kelas aktual negatif terprediksi tepat sebagai kelas negatif
29	$precision$	Proporsi <i>record</i> positif yang terprediksi secara benar terhadap seluruh prediksi positif
30	$accuracy$	Proporsi seluruh <i>record</i> yang terprediksi secara benar terhadap seluruh data
31	TPR	<i>(True Positive Rate)</i> Proporsi dari <i>record</i> positif yang teridentifikasi benar sebagai positif

- 32 *TNR* (*True Negative Rate*) Proporsi dari *record* negatif yang teridentifikasi benar sebagai negatif
- 33 *FPR* (*False Positive Rate*) Proporsi dari *record* negatif yang terprediksi salah sebagai positif
- 34 *FNR* (*False Negative Rate*) Proporsi dari *record* positif yang terprediksi salah sebagai negatif
- 35 *ROC* (*Receiver Operating Characteristic*) grafik penggambaran performa suatu model klasifikasi
- 36 *AUC* (*Area Under Curve*) Luasan area di bawah kurva ROC

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Pendidikan Agama Dan Keagamaan Bagian Dari Pendidikan Nasional

Dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 menyatakan bahwa salah satu amanat yang harus diemban oleh Pemerintah Negara Indonesia adalah “mencerdaskan kehidupan bangsa”. Pelaksanaan terhadap amanat tersebut Pemerintah Indonesia menerbitkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, Sistem Pendidikan Nasional berfungsi untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dengan cara mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab (Soekarnoputri, 2003). Dan sebagai implementasi dari Sila Ketuhanan Yang Maha Esa sebagaimana yang dituangkan dalam Pasal 15 dan Pasal 30, Sistem Pendidikan Nasional juga membuka akses bagi peserta didik untuk mendapatkan pendidikan agama dan keagamaan sesuai dengan yang dianutnya, yang diselenggarakan oleh Pemerintah dan/atau kelompok masyarakat dari pemeluk agama yang sama (Soekarnoputri, 2003).

Dalam pemenuhan akses bagi peserta didik untuk mendapatkan pendidikan agama dan keagamaan Pemerintah menerbitkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2007 tentang Pendidikan Agama dan Pendidikan Keagamaan. Satuan atau program pendidikan keagamaan dapat didirikan oleh pemerintah, pemerintah daerah dan/atau masyarakat. Dan salah satu lembaga pendidikan keagamaan Islam yang berbasis masyarakat adalah Pondok Pesantren (Yudhoyono, 2007). Dengan adanya Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah ini, pondok pesantren mendapatkan momentumnya sendiri. Menteri Agama selaku Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang

agama sebagaimana dalam Peraturan Pemerintah ini diberi wewenang untuk mengelola Pendidikan Agama dan Keagamaan.

Sebagai pengelola Pendidikan Agama dan Keagamaan komitmen Kementerian Agama dalam upayanya meningkatkan mutu layanan pendidikan agama dan keagamaan berlanjut dan ditingkatkan pada masa pemerintahan periode 2015-2019. Sebagaimana yang telah diputuskan oleh Menteri Agama dalam Keputusan Menteri Agama Nomor 39 Tahun 2015 tentang Rencana Strategis Kementerian Agama Tahun 2015-2019, bahwasanya Kementerian Agama RI memiliki visi “Terwujudnya Masyarakat Indonesia yang Taat Beragama, Rukun, Cerdas dan Sejahtera Lahir Batin dalam rangka Mewujudkan Indonesia yang Berdaulat, Mandiri dan Berkepribadian Berlandaskan Gotong Royong”. Dalam mewujudkan visinya tersebut maka Kementerian Agama menetapkan salah satu misinya adalah “meningkatkan akses dan kualitas pendidikan umum berciri agama, pendidikan agama pada satuan pendidikan umum, dan pendidikan keagamaan” (Saifuddin, 2015). Sesuai dengan misinya, Kementerian Agama memegang peranan penting dalam pembangunan pendidikan, yaitu melalui penyelenggaraan pendidikan umum berciri khas agama, pendidikan keagamaan dan pendidikan agama pada satuan pendidikan umum. Pelaksanaan pendidikan agama dan pendidikan keagamaan yang menjadi wewenang Kementerian Agama diselenggarakan oleh pemerintah dan masyarakat secara pribadi maupun melalui lembaga keagamaan.

Dengan lahirnya sejumlah aturan tersebut, pendidikan agama dan keagamaan utamanya pada pondok pesantren mendapatkan penguatan kesetaraan, baik pada aspek kesetaraan regulasi, kesetaraan program maupun kesetaraan anggaran. Peraturan dan Keputusan yang dikeluarkan oleh Menteri Agama merupakan usaha Kementerian Agama dan Masyarakat Pesantren untuk menghasilkan *output* yang memiliki kompetensi ahli ilmu agama Islam guna menjawab atas langkanya kader ahli agama Islam di samping sebagai bagian dari usaha konservasi dan pengembangan disiplin ilmu-ilmu keagamaan Islam.

1.1.2 Peran Pondok Pesantren Dalam Pendidikan Keagamaan Islam

Pesantren adalah lembaga swadaya masyarakat yang menyelenggarakan layanan pendidikan dan pemberdayaan masyarakat. Pesantren juga merupakan

pusat keagamaan Islam. Untuk menjamin mutu pendidikan keagamaan Islam Menteri Agama menerbitkan Peraturan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2014. Di dalamnya mengatur bahwasanya Pondok Pesantren adalah lembaga masyarakat yang menyelenggarakan pendidikan keagamaan dan wajib memenuhi syarat-syarat yang ditentukan. Diantaranya pesantren wajib memiliki unsur-unsur terdiri atas Kyai dan pendidik lain yang diperlukan sesuai dengan keahlian yang dibutuhkan, santri atau peserta didik, memiliki pondok atau asrama sebagai sarana kepesantrenan yang wajib memenuhi persyaratan kenyamanan, keamanan dan kesehatan, serta memiliki program penyelenggaraan pendidikan keagamaan atau pengajian baik formal, non formal maupun keduanya (Ali, 2014). Selain sebagai penyelenggara pendidikan keagamaan Islam, pesantren melakukan kegiatan pemberdayaan masyarakat dan menjadi pusat keagamaan Islam. Dalam konteks peningkatan akses pendidikan, pondok pesantren telah memberikan kontribusi yang luar biasa dalam perluasan akses masyarakat dalam mengenyam layanan pendidikan pesantren. Bahkan Pondok Pesantren di wilayah kerja Kementerian Agama yang masuk wilayah perbatasan, dalam rangka memberikan perlindungan sosial dan menjamin penuntasan wajib belajar bagi masyarakat dari keterbatasan akses pendidikan, pondok pesantren dijadikan agen pemberdayaan sosial masyarakat melalui pengembangan kecakapan hidup, pemberdayaan ekonomi lokal, dan menyelenggarakan pendidikan mu'adalah yang setara dengan Madrasah Aliyah maupun Sekolah Menengah Atas.

Dengan kontribusi yang ditunjukkan pesantren tersebut, pemerintah harus hadir dan memberikan apresiasi pada pesantren dalam memberikan harmonisasi kehidupan dalam masyarakat. Pemberian penghargaan pada pesantren ini dilakukan dengan memberikan stimulan bantuan, baik melalui program peningkatan mutu akademik, mutu peningkatan kapasitas dan kualitas bagi tenaga pendidik atau peserta didik, juga mutu dalam bidang sarana dan prasarana. Dalam kaitan persoalan tersebut, bantuan rehabilitasi pondok pesantren dipandang sangat penting karena tingkat kebutuhan yang nyata di lapangan, mengingat masih terdapat ribuan pondok pesantren yang minim dalam hal sarana bila dibanding dengan jumlah santri yang membutuhkan guna mendapatkan fasilitas yang layak dalam proses

mendapatkan pendidikan. Untuk itulah Kementerian Agama RI melalui Direktorat Pendidikan Islam meluncurkan program Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

1.1.3 Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren

Tentunya negara memiliki kapasitas fiskal yang tidak sebanding dengan jumlah pesantren yang ada. Maka diperlukan mekanisme dan prosedur untuk menyalurkan bantuan rehabilitasi yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas sarana pondok pesantren, yaitu Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Islam Nomor 4395 Tahun 2016 Tentang Petunjuk Teknis Pengelolaan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. Sampai saat ini pertumbuhan pesantren masih cukup tinggi. Hal ini dibuktikan dengan jumlah data pondok pesantren khususnya di lingkungan Kantor Wilayah Kementerian Agama Propinsi Jawa Timur. Pada Semester Gasal Tahun Ajaran 2016/2017 pondok pesantren yang aktif melakukan updating data (per Semester Gasal Tahun Ajaran 2016/2017) pada Education Management Information System (EMIS) lebih dari 3623 pondok pesantren. Tentunya masih ada ribuan pondok pesantren lagi di wilayah kerja Kanwil Kementerian Agama Propinsi Jawa Timur yang terekam namun tidak aktif melakukan updating data maupun tidak terekam dalam EMIS.

Sesuai dengan prosedur yang dijelaskan dalam Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Islam Nomor 4395 Tahun 2016, para pengambil keputusan dihadapkan pada sederet parameter penilaian pondok pesantren yang dianggap membutuhkan dan pantas mendapatkan bantuan rehabilitasi. Ditambah lagi serangkaian proses analisis yang dilakukan harus dilakukan secara manual sehingga menambah panjang waktu yang dibutuhkan untuk melakukan seleksi calon penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. Dengan cukup panjangnya waktu yang dibutuhkan terkadang dana Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren baru diterima yang berhak setelah mendekati masa akhir Tahun Anggaran. Tentu kondisi ini bukanlah kondisi yang ideal bagi pondok pesantren. Karena selain harus menyiapkan dan melakukan proses realisasi anggaran yang dibatasi oleh periode masa anggaran, pondok pesantren juga dihadapkan pada kewajiban pemenuhan perlengkapan administrasi sebagai pelaporan atas penggunaan anggaran negara. Akibatnya hasil penyaluran bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren menjadi tidak

optimal. Agar permasalahan ini bisa tertangani maka solusi yang bisa ditawarkan adalah mengklasifikasikan seluruh pondok pesantren yang terdaftar agar dapat dinominasikan untuk mendapatkan Bantuan Rehabilitasi sesuai dengan jenis bantuan yang dibutuhkan. Dengan adanya klasifikasi dan sesuai dengan urutan nominasi maka diharapkan dapat memangkas proses analisis parameter secara manual dan waktu yang dibutuhkan sehingga berimpil pada semakin segeranya dana Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren diterima kepada yang berhak.

1.1.4 *Backpropagation NN* Untuk Pengklasifikasian

Dalam menyelesaikan masalah ini metode komputasi *Backpropagation NN* dapat ditawarkan. Kehandalan *Backpropagation NN* dalam meniru kemampuan otak manusia dalam melakukan analisis kemudian membuat keputusan sudah dibuktikan dalam banyak penelitian. Termasuk dalam menentukan klasifikasi suatu kumpulan data kepada dua atau lebih kelas. Mengacu pada kemampuan *Backpropagation NN* dalam melakukan klasifikasi tersebut, maka pada penelitian ini *Backpropagation NN* akan digunakan melakukan klasifikasi data pondok pesantren untuk menominasi calon penerima bantuan rehabilitasi dengan parameter penilaian yang sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Islam Nomor 4395 Tahun 2016 tentang Petunjuk Teknis Pengelolaan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

Penelitian ini tidak mengubah mekanisme dan prosedur penyaluran bantuan rehabilitasi yang sudah ditetapkan dalam Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Islam Nomor 4395 tahun 2016 tentang Petunjuk Teknis Pengelolaan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren karena akan berimplikasi pada masalah hukum jika dilaksanakan tidak sesuai dengan aturan yang berlaku. Namun penelitian ini menitikberatkan pada proses pra seleksi, yaitu mengusulkan nama-nama pondok pesantren yang layak untuk mendapatkan bantuan rehabilitasi sesuai dengan hasil klasifikasi dengan kriteria yang sudah ditetapkan. Setelah daftar nominasi didapatkan maka Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan kegiatan yang menggunakan anggaran negara dapat melakukan verifikasi dan validasi sebelum menetapkan pondok pesantren calon penerima bantuan rehabilitasi. Dan atau apabila ada permohonan yang disampaikan

PPK dapat segera mengetahui tingkat prioritas lembaga pondok pesantren pemohon berkenaan dengan pemberian Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. Sehingga diharapkan keputusan untuk menetapkan pondok pesantren yang berhak mendapat bantuan rehabilitasi dilakukan lebih cepat, lebih obyektif dan penyalurannya lebih tepat sasaran.

1.2 Rumusan Masalah

1. Kapasitas fiskal yang dimiliki oleh pemerintah khususnya Kementerian Agama yang terbatas menyebabkan jumlah dana yang disediakan tidak sebanding dengan jumlah lembaga pesantren yang ada, sehingga harus dilakukan seleksi.
2. Aspek yang harus ditelaah sesuai dengan Petunjuk Teknis Pengelolaan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren memiliki banyak parameter.
3. Penelaahan parameter untuk menentukan pondok pesantren penerima Bantuan Rehabilitasi sesuai dengan jenis bantuan yang tepat masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu proses yang lama.
4. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk proses seleksi, dan pencairan anggaran yang dibatasi oleh periode fiskal menyebabkan penyaluran anggaran Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren beserta realisasinya tidak bisa optimal.

1.3 Tujuan

Menggunakan *Backpropagation NN* untuk mengklasifikasikan pondok pesantren sesuai dengan jenis bantuannya sebagai bahan rekomendasi penentuan penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren dengan lebih cepat, obyektif dan tepat sasaran.

1.4 Batasan Masalah

1. Pondok pesantren yang akan dilakukan pengelompokan adalah pondok pesantren di lingkungan Kementerian Agama Propinsi Jawa Timur.

2. Data pondok pesantren bersumber dari data yang terekam di Education Management Information System per Semester II Tahun Pelajaran 2016/2017.
3. Parameter kelengkapan administrasi diabaikan karena penelitian ini dilakukan untuk proses pra seleksi dan kelengkapan administrasi bisa dipenuhi setelah ditentukan daftar calon penerima bantuan.

1.5 Kontribusi

1. Membantu mengklasifikasikan pondok pesantren yang akan direkomendasikan menerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren agar dana yang disalurkan lebih tepat sasaran dan sesuai dengan kebutuhan.
2. Memberikan bahan pertimbangan bagi pimpinan untuk meningkatkan kecepatan dan nilai obyektifitas dalam pengambilan keputusan khususnya penyaluran Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* yang merupakan salah satu pendekatan klasifikasi. Fitur yang digunakan dalam proses pelatihan *Backpropagation NN* mengacu pada Peraturan Pemerintah, Peraturan Menteri Agama, Keputusan Direktur Jenderal tentang Pendidikan Keagamaan Islam, model penyelenggaraan pendidikan dalam Pondok Pesantren dan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. Status dan jenis bantuan yang diperoleh pondok pesantren dijadikan target pelatihan. Pelatihan dengan menggunakan empat metode pelatihan. Hasil pelatihan yang menunjukkan performa terbaik digunakan untuk mensimulasikan data pondok pesantren yang belum diketahui status dan jenis bantuan rehabilitasinya. Metode dan langkah penelitian dijelaskan pada Bab 3 secara rinci.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terkait

Backpropagation NN adalah pengembangan dari *Multi Layer Perceptron* (MLP), sedangkan MLP sendiri juga merupakan pengembangan dari model *Neural Network* yang lebih sederhana. Pengembangan-pengembangan terhadap metode komputasi *Neural Network* didasarkan pada perkembangan teknologi komputer yang semakin maju dan modern. Dengan modernitas komputer ini proses perhitungan matematis yang mensimulasikan proses *Neural Network* dapat dilakukan dengan semakin mudah dan cepat. Sehingga studi dalam bidang *Neural Network* semakin mudah dan mendorong para peneliti untuk mengembangkan metode lebih jauh ke depan yang meskipun lebih rumit tetapi dapat memperbaiki kekurangan dan kelemahan arsitektur *Neural Network* sederhana. *Neural Network* menarik perhatian peneliti dalam banyak bidang dan tujuan. Para *electrical engineers* menerapkan *Neural Network* dalam pemrosesan signal dan teori kontrol; *computer engineers* mengimplementasikan *Neural Network* pada perangkat keras dan sistem robotik; *computer scientists* menggunakan *Neural Network* untuk memecahkan kerumitan masalah dalam bidang kecerdasan buatan dan pengenalan pola; dan matematikawan menggunakan *Neural Network* untuk menyelesaikan masalah pemodelan untuk menemukan keterhubungan antar variabel tertentu yang belum diketahui sebelumnya (Fauset, 1994).

Demikian pula penelitian *Backpropagation NN* untuk pengklasifikasian sudah beberapa kali dilakukan oleh beberapa peneliti. Namun masih jarang digunakan untuk melakukan pengklasifikasian jenis bantuan, dan belum pernah untuk pengklasifikasian Bantuan Rehabilitasi yang duitujukan kepada Pondok Pesantren. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk membantu pemangku kebijakan menetapkan keputusan dalam hal penyaluran dana Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren dengan lebih cepat dan obyektif, serta menambah referensi penggunaan metode *Backpropagation NN* sebagai *classifier* dalam berbagai aspek

permasalahan. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait *Backpropagation NN* sebagai *classifier* sebagaimana yang disebutkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Penunjang Terkait

No.	Judul	Peneliti	Tahun	Hasil
1	Batik Motif Classification using Color-Texture-Based Feature Extraction and Backpropagation Neural Network	Nanik Suciati, et. Al	2014	<i>Backpropagation NN</i> cukup baik dalam mengenali motif batik dengan skor Tanimoto Distance 0,37 (Suciati, et al., 2014)
2	Bank Credit Risk Management Early Warning and Decision-Making Based on BP Nural Network	Zhi-Yuan Yu, et. al	2011	<i>Backpropagation NN</i> obyektif dan efektif memberikan deteksi dan peringatan awal tentang resiko krdit bank komersial dalam 4 kelas, <i>normal condition, the low risk warning, the middle risk warning</i> dan <i>the high risk warning</i> (Yu & Zhao, 2011)
3	Timor Leste Tais Motif Recognition Using Wavelet and Backpropagation	Vasio Sarmento Soares, et. al	2017	Dari 10 data yang diujikan, dengan menggunakan wavelet transformation <i>Backpropagation NN</i> sukses mengenali 80% motif kain Tais Timor Leste untuk 18 jenis motif kain yang ditentukan (Soares, et al., 2017)
4	Herb Leaves Recognition Using Combination of Hu's Moment Variants – Backpropagation Neural Network and 2D gabor Filter-learning Vector Quantitation (LVQ)	R. Rizal Isnanto, et. al	2017	Kombinasi fitur ekstraksi dengan metode klasifikasi yang menggunakan Hu's moment invariant dan <i>Backpropagation NN</i> memiliki nilai akurasi 81,6% dalam mengklasifikasikan image daun herbal ke dalam 15 jenis spesies daun herbal (Isnanto, et al., 2017)

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Pendidikan Keagamaan Islam

Pendidikan Keagamaan Islam adalah pendidikan yang mempersiapkan peserta didik agar memiliki pengetahuan dan kemampuan dalam bidang agama Islam atau menjadi ahli ilmu agama Islam dan menjalankan ajaran agama Islam (Ali, 2014). Penyelenggaraan pendidikan agama dan keagamaan Islam maupun pendidikan agama dan keagamaan yang lain merupakan salah satu pengamalan Sila Ketuhanan Yang Maha Esa yang berfungsi membentuk manusia Indonesia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa serta berakhlak mulia. Pendidikan keagamaan Islam bertujuan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik dalam memahami, menghayati dan mengamalkan nilai-nilai Islam, dan atau menjadikan ahli agama Islam yang berwawasan luas, kritis, kreatif, inovatif dan dinamis dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa yang beriman, bertakwa dan berakhlak mulia.

Pengelolaan pendidikan keagamaan Islam dan agama-agama lain dilakukan oleh Menteri Agama sebagai representasi kepedulian negara dalam menerapkan nilai-nilai mulia agama dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara. Pendidikan keagamaan Islam menyelenggarakan pendidikan ilmu-ilmu yang bersumber dari ajaran agama Islam dan memadukannya dengan ilmu umum atau keterampilan agar peserta didik bisa dan mampu jika ingin menempuh dan atau melanjutkan ke jenjang pendidikan umum yang lebih tinggi. Peserta didik dari lembaga pendidikan keagamaan Islam non formal dapat memperoleh ijazah yang sederajat dengan hasil pendidikan formal setelah lulus ujian yang diselenggarakan oleh satuan pendidikan terakreditasi yang ditunjuk oleh pemerintah sehingga dapat melanjutkan pendidikan ke lembaga pendidikan setara Madrasah atau Sekolah umum atau bentuk lain yang sederajat setelah memenuhi persyaratan.

Dengan tidak mengurangi kemandirian dan kekhasan pendidikan keagamaan Islam selama tidak bertentangan dengan pendidikan nasional, Menteri Agama selaku pemerintah dapat memberikan bantuan sumber daya pendidikan, dan beserta lembaga mandiri yang berwenang melakukan akreditasi atas pendidikan

keagamaan Islam untuk penjaminan dan pengendalian mutu pendidikan sesuai Standar Nasional Pendidikan.

2.2.2 Pondok Pesantren

Pondok pesantren adalah lembaga pendidikan keagamaan Islam yang didirikan oleh masyarakat yang menyelenggarakan satu atau berbagai pendidikan *diniyah* pada jalur formal, nonformal dan informal, serta pendidikan lainnya secara terpadu (Yudhoyono, 2007) (Ali, 2014). Pendidikan yang dilaksanakan pesantren bertujuan menanamkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah SWT, akhlak yang mulia, dan tradisi pesantren untuk mengembangkan kemampuan, pengetahuan dan keterampilan peserta didik untuk menjadi ahli ilmu agama Islam dan atau menjadi muslim yang memiliki keterampilan atau keahlian untuk membangun kehidupan yang Islami di masyarakat. Pesantren sekurang-kurangnya wajib memiliki unsur-unsur pesantren yang terdiri atas:

2.2.2.1 Kyai atau sebutan lain yang sejenis

Kyai atau sebutan lain yang sejenis wajib memiliki pendidikan pesantren dan kompetensi ilmu agama yang bertugas membimbing, mengasuh dan mengajar santri. Selain kyai, pesantren dapat memiliki pendidik dan tenaga kependidikan lain yang diperlukan sesuai keahlian yang dibutuhkan. Pada pesantren yang menerapkan satuan pendidikan *diniyah* formal, tenaga pendidik harus memenuhi kualifikasi dan persyaratan sebagai pendidik profesional yang mempunyai hak dan kewajiban sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (Ali, 2014).

2.2.2.2 Santri

Peserta didik yang menempuh pendidikan formal maupun non formal di pesantren dinamakan santri. Santri kesehariannya hidup di dalam pondok, baik itu pada saat proses belajar mengajar dilaksanakan atau pun sedang tidak dilaksanakan. Santri akan menginap di pondok yang disediakan oleh pesantren di setiap harinya dan hanya akan pulang ke rumah masing-masing pada kondisi dan kesempatan tertentu. Bermukimnya santri di asrama pesantren dimaksudkan untuk lebih mengintensifkan proses pendidikan baik yang menyangkut pengamalan ibadah,

pemahaman keagamaan, penguasaan bahasa asing, internalisasi nilai-nilai keagamaan dan akhlak karimah serta peningkatan keterampilan (Ali, 2014).

2.2.2.3 Pondok atau asrama pesantren

Pondok atau asrama pesantren yang kemudian disebut sebagai pondok pesantren merupakan tempat tinggal santri selama masa proses pendidikan. Pondok pesantren diwajibkan memenuhi persyaratan kenyamanan, keamanan dan kesehatan. (Ali, 2014).

2.2.2.4 Masjid atau musholla

Disamping asrama pondok pesantren juga diwajibkan menyediakan masjid atau musholla difungsikan sebagai tempat ibadah atau tempat pembelajaran santri. Masjid atau musholla selain disediakan untuk kepentingan peribadatan dan kegiatan pembelajaran pondok pesantren juga bersifat terbuka bagi masyarakat di daerah sekitar pesantren untuk melakukan ibadah atau aktivitas keagamaan lainnya (Ali, 2014). Di banyak Pesantren masjid atau musholla juga dimanfaatkan untuk memberikan bimbingan keagamaan kepada masyarakat dalam bentuk, misalnya, pengajian umum.

2.2.2.5 Pengajian dan kajian kitab kuning

Kitab kuning adalah literatur klasik keagamaan Islam. Kitab kuning disusun para ulama kenamaan masa lampau yang berisikan ilmu-ilmu keagamaan Islam hasil penafsiran dan penjelasan terhadap kitab suci dan sabda Nabi serta hasil pemikiran para ulama untuk dijadikan acuan dalam pelaksanaan ibadah dan pengambilan hukum. Dinamakan kitab kuning karena pada awal pencetakannya dilakukan di lembaran kertas berwarna kuning yang tradisi tersebut masih banyak dilakukan sampai sekarang. Pengajian kitab kuning adalah kekhasan pesantren yang membedakannya dengan sistem pendidikan lainnya. Biasanya sebuah pesantren memiliki penguasaan terhadap satu atau lebih kitab kuning sebagai ciri khas dan keunggulan pesantren tersebut (Ali, 2014).

2.2.3 Penyelenggaraan pendidikan di pesantren

Dalam penyelenggaraan pendidikan, pesantren dapat berbentuk sebagai satuan pendidikan dan/atau sebagai penyelenggara pendidikan.

2.2.3.1 Pesantren sebagai satuan pendidikan

Sistem pendidikan pesantren sudah mendapat pengakuan penyetaraan (*muadalah*) dari lembaga pendidikan luar negeri. Tercatat negara-negara di Timur Tengah, Afrika Utara, Asia Selatan dan universitas-universitas terkemuka di luar negeri seperti Universitas al-Azhar, Universitas Mekah, Universitas Madinah dan beberapa universitas terkemuka di Pakistan dan India telah menerima lulusan pondok pesantren untuk meneruskan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Maka untuk memberikan pengakuan penyetaraan satuan pendidikan *muadalah* pada pondok pesantren dengan satuan pendidikan formal di lingkungan Kementerian Agama dikeluarkanlah Peraturan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2014 tentang Satuan Pendidikan Muadalah Pada Pondok Pesantren.

Pesantren sebagai satuan pendidikan yang disetarakan disebut sebagai satuan pendidikan/pesantren *muadalah*. Pesantren *muadalah* menyelenggarakan pendidikan dengan mengembangkan kurikulum:

- a. Pendidikan keagamaan Islam. Penyelenggaraan pendidikan keagamaan Islam dikembangkan sesuai dengan kekhasan pesantren bisa berbasiskan:
 - kitab kuning atau yang disebut dengan pola pendidikan salafiyah. kurikulum pendidikan keagamaan Islam dengan pola salafiyah menitikberatkan pada kitab-kitab keislaman berbahasa Arab yang menjadi rujukan tradisi keilmuan Islam dan menjadi kekhasan di pesantren. Pembelajaran dapat dilakukan dengan metode sorogan (individual), bandongan (masal), *bahtsul masail* (*focus group discussion*) dan metode lainnya.
 - *dirosah islamiyah* dengan pola pendidikan muallimin. Metode pendidikan keagamaan Islam berbasiskan *dirosah islamiyah* dilakukan dengan tersusun secara sistematis, terstruktur, dan terorganisir. Sedangkan pola pendidikannya mengintegrasikan ilmu agama Islam dengan ilmu umum dan bersifat komprehensif dengan memadukan intra, ekstra dan

kokurikuler. Karena kemiripannya dengan pola pendidikan sekolah pada umumnya maka pendidikan berbasis *dirosah islamiyah* juga dinamakan dengan *madrasy (ala sekolah)*.

Muatan kurikulum pendidikan keagamaan meliputi Al-Qur'an, Hadits, Fiqh, Akhlak, tarikh, Bahasa Arab, Ilmu Bahasa dan cabang-cabang keilmuan Islam lainnya.

- b. Pendidikan umum. Muatan pendidikan umum yang disusun oleh penyelenggara pendidikan *muadalah* berpedoman pada standar pendidikan yang ditetapkan oleh Direktur Jenderal Pendidikan Islam. Kurikulum pendidikan umum paling sedikit memuat pendidikan kewarganegaraan, bahasa Indonesia, matematika dan ilmu pengetahuan alam.

Sistem pendidikan *muadalah* pada pesantren bertujuan untuk menanamkan kepada peserta didik untuk memiliki keimanan dan ketaqwaan kepada Allah SWT, mengembangkan kemampuan, pengetahuan, sikap dan keterampilan peserta didik untuk menjadi ahli ilmu agama dan/atau menjadi muslim yang dapat mengamalkan ajaran agama Islam dan/atau menjadi muslim yang dapat mengamalkan ajaran agama Islam dalam kehidupan sehari-hari, dan mengembangkan pribadi peserta didik yang berakhlak mulia, memiliki kesalehan individu dan sosial dengan menjunjung tinggi jiwa keikhlasan, kesederhanaan, kemandirian, persaudaraan sesama umat Islam, rendah hati, toleran, berkeimbangan, moderat, keteladanan, berpola hidup sehat dan cinta tanah air (Ali, 2014) (Ali, 2014). Jenjang satuan pendidikan *muadalah* terdiri atas:

- a. Pendidikan *muadalah* dasar setingkat MI dan MTs;
- b. Pendidikan *muadalah* menengah setingkat MA

2.2.3.2 Pesantren sebagai penyelenggara pendidikan

Disamping sebagai satuan pendidikan, pesantren juga dapat menyelenggarakan satuan dan atau program pendidikan lainnya. Di antaranya:

2.2.3.2.1 Pendidikan diniyah formal

Pendidikan *diniyah* formal adalah lembaga pendidikan keagamaan Islam yang diselenggarakan oleh pesantren dan berada di dalam lingkungan pesantren

secara terstruktur dan berjenjang pada jalur pendidikan formal. Pendidikan *diniyah* formal pesantren menyelenggarakan pendidikan ilmu-ilmu yang bersumber dari ajaran agama Islam pada jenjang pendidikan dasar yang sederajat MI/SD dinamakan *diniyah* formal *ula*, pendidikan menengah pertama yang sederajat MTs/SMP yang dinamakan *diniyah* formal *wustho*, pendidikan menengah atas yang sederajat MA/SMA yang dinamakan *diniyah* formal *ulya*, dan pendidikan tinggi yang berbentuk *Ma'had Aly* (Ali, 2014). Dan setiap jenjang peserta didik akan menerima ijazah kelulusan yang dapat digunakan untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan dan tingkat pendidikan yang lebih tinggi baik sejenis maupun tidak sejenis sesuai dengan ketentuan perundang-undangan.

Selain ilmu-ilmu keagamaan Islam, kurikulum pendidikan *diniyah* formal dasar dan menengah juga memasukkan muatan pendidikan umum sebagai mana lembaga pendidikan umum lainnya. Di setiap akhir tahun ajaran untuk menentukan standar pencapaian kompetensi peserta didik atas ilmu-ilmu yang bersumber dari ajaran agama Islam diselenggarakan ujian nasional sesuai dengan Peraturan Menteri Agama dengan berpedoman pada Standar Nasional Pendidikan.

Pendidikan *diniyah* formal jenjang pendidikan tinggi dapat berbentuk universitas, institut atau sekolah tinggi yang menyelenggarakan program akademik, vokasi dan profesi. Selain menekankan pembelajaran agama Islam, kurikulum program studi yang memiliki beban belajar yang dinyatakan dalam satuan kredit semester (SKS) juga wajib memasukkan pendidikan kewarganegaraan dan bahasa Indonesia. Penyelenggaraan pendidikan *diniyah* formal tinggi juga harus berpegangan pada Standar Nasional Pendidikan (Yudhoyono, 2007).

2.2.3.2.2 Pendidikan *diniyah* non formal

Pendidikan *diniyah* non formal diselenggarakan dalam bentuk madrasah *diniyah takmiliah*, pengajian kitab, majelis taklim, pendidikan Al-Qur'an, atau bentuk yang sejenis lainnya. Madrasah *takmiliah* diselenggarakan secara berjenjang untuk melengkapi, memperkaya dan memerdalam pendidikan agama Islam pada pendidikan dasar, menengah, dan pendidikan tinggi atau yang sederajat dalam rangka peningkatan keimanan dan ketakwaan peserta didik kepada Allah SWT. Penyelenggaraan pengajian kitab dilaksanakan secara berjenjang atau tidak

berjenjang bertujuan untuk mendalami ajaran Islam dan atau menjadi ahli ilmu agama Islam. Majelis taklim diselenggarakan dengan kurikulum yang bersifat terbuka yang mengacu pada pemahaman terhadap Al-Qur'an dan Hadits dengan tujuan untuk meningkatkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah SWT dan berakhlak mulia dari peserta didik sebagai perwujudan rahmat bagi alam semesta. Pelaksanaan pendidikan Al-Qur'an ditujukan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik untuk membaca, menulis, memahami dan mengamalkan kandungan Al-Qur'an. Kurikulum pendidikan Al-Qur'an yang dilaksanakan secara berjenjang maupun tidak berjenjang adalah membaca, menulis dan menghafal ayat-ayat Al-Qur'an, tajwid serta menghafal doa-doa (Ali, 2014).

Sebagai wujud pengakuan terhadap sistem pendidikan di pesantren, Pemerintah menjadikan peserta didik yang memiliki dan diakui keahliannya di bidang ilmu agama meskipun tidak memiliki ijazah pendidikan formal sebagai pendidik mata pelajaran atau kuliah pendidikan agama di semua jalur, jenjang dan berbagai jenis pendidikan yang memerlukan setelah menempuh uji kompetensi terlebih dahulu (Yudhoyono, 2007).

2.2.3.3 Penyelenggara pendidikan kesetaraan program paket

Program paket dikembangkan untuk memberikan peluang pada masyarakat yang tidak berkesempatan mendapatkan pendidikan di jalur sekolah dan yang putus sekolah untuk meningkatkan kemampuan sehingga memiliki pengetahuan dan kemampuan setara dengan lulusan sekolah. Sasaran program paket adalah santri dan masyarakat di sekitar pondok. Program paket juga menitik beratkan pada penguasaan keterampilan praktis dalam hal pengamalan agama Islam dan keterampilan berusaha. Ada tiga tingkatan pendidikan kesetaraan program paket: Paket A setara dengan Sekolah Dasar atau Madrasah Ibtidaiyah, Paket B setara dengan Sekolah Menengah Pertama atau Madrasah Tsanawiyah, dan Paket C setara dengan Sekolah Menengah Atas atau madrasah Aliyah.

Penyelenggaraan pendidikan program paket di lingkungan pondok pesantren dimulai dari adanya Kesepakatan Bersama Dirjen Pendidikan Luar Sekolah dan Pemuda Departemen Pendidikan Nasional dengan Dirjen Kelembagaan Agama Islam Departemen Agama Nomor: 19/E/MS/2004 dan

Nomor DJ.II/166/04 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Kesetaraan Pada Pondok Pesantren. Kemudian pada tahun yang sama terbitlah Keputusan Direktur Jenderal Kelembagaan Agama Islam Nomor DJ.II/209/2004 tentang Pedoman Penyelenggaraan Program paket B Pada Pondok Pesantren dan DJ.II/208/2004 tentang Pedoman Penyelenggaraan Program paket C Pada Pondok Pesantren.

2.2.4 Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren

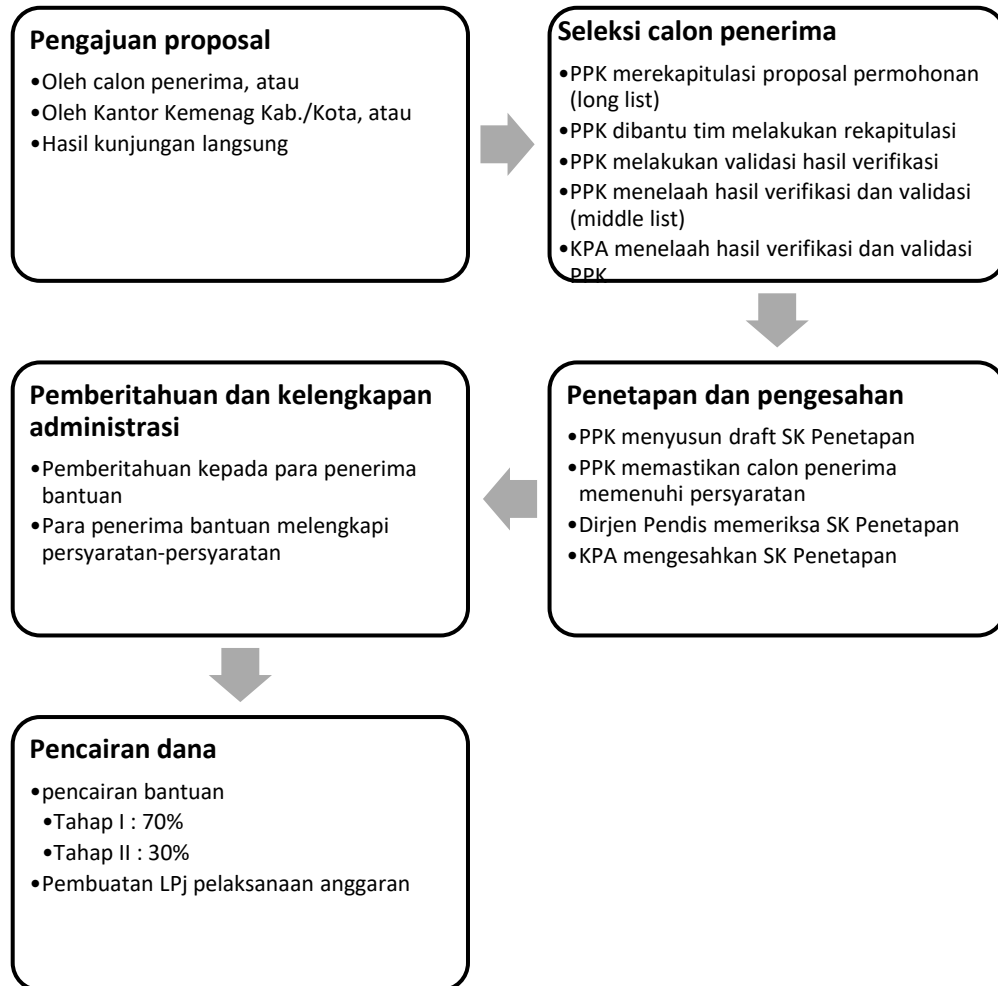
Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren adalah Program Pendidikan Islam yang diberikan untuk memperbaiki pondok pesantren yang mengalami kerusakan sehingga bangunan bisa digunakan dan dimanfaatkan kembali untuk memberikan rasa nyaman dalam memberikan layanan pendidikan yang memadai dan layak (Amin, 2016). Pondok pesantren yang berhak menerima bantuan rehabilitasi adalah pondok pesantren yang terdaftar dalam Kantor Kementerian Agama Kabupaten atau Kota setempat dengan dibuktikan kepemilikan piagam Nomor Statistik Pondok Pesantren (NSPP) dan/atau Pondok Pesantren yang mendapat rekomendasi dari Kantor Kementerian Agama. Pondok pesantren-pondok pesantren yang sudah memiliki NSPP sebagai bukti mendapat izin operasional dari Kementerian Agama diharuskan merekamkan datanya pada Education Management Information System dan melakukan update data secara berkala.

2.2.4.1 Mekanisme dan prosedur penyaluran bantuan rehabilitasi

Pondok pesantren yang mengajukan permohonan Bantuan Rehabilitasi harus memenuhi beberapa persyaratan, diantaranya (Amin, 2016):

1. Aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan;
2. Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai, sehingga berdampak pada penurunan perkembangan lembaga dan mutu pendidikan;
3. Memiliki Nomor Statistik Pondok Pesantren atau mendapatkan rekomendasi dari Kantor Kementerian Agama Wilayah atau Kabupaten atau Kota;
4. Memiliki akte notaris pendirian yayasan atau lembaga;
5. Memiliki Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP) atas nama lembaga;
6. Memiliki rekening bank atau pos yang aktif atas nama lembaga.

Bila semua persyaratan bisa dipenuhi oleh pondok pesantren, maka mekanisme yang harus dilalui adalah sebagai mana ditunjukkan pada Gambar 2.1 dimulai dari:



Gambar 2.1 Mekanisme Dan Prosedur Penyaluran Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren (Amin, 2016)

1. Pengajuan calon penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren, bisa dilakukan:
 - a. Oleh calon penerima dalam bentuk proposal dengan tanda tangan pimpinan lembaga, atau
 - b. Oleh Kantor Kementerian Agama Kabupaten / Kota melalui Bidang Kanwil Kementerian Agama Pengajuan proposal juga bisa diajukan dari hasil kunjungan langsung, atau

- c. Hasil kunjungan langsung (*affirmation action*).
2. Seleksi calon penerima
- a. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) merekapitulasi proposal yang sudah diajukan dengan memperhatikan identitas lembaga, jumlah santri, kelengkapan persyaratan Bantuan Rehabilitasi, jenis usulan bantuan, jumlah usulan bantuan, dan dokumen penunjang lainnya dan memasukkannya ke dalam daftar pemohon Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren (*long list*), yang antara lain memuat:
 - i. *Nama lembaga*
 - ii. *Alamat lembaga*
 - iii. *Nama pendiri dan pimpinan lembaga*
 - iv. *Jumlah santri*
 - v. *Kelengkapan persyaratan (NSPP, akta pendirian yayasan, NPWP, rekening bank)*
 - vi. *Jenis usulan*
 - vii. *Jumlah usulan*
 - viii. *Dokumen penunjang;*
 - b. PPK dibantu oleh Tim Verifikasi melakukan verifikasi dengan mengoreksi dan menelaah daftar pemohon dan memasukkannya ke dalam daftar menengah calon penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren;
 - c. PPK melakukan validasi daftar calon penerima dibantu oleh tim dengan memberikan tugas perjalanan dinas, atau berkoordinasi dengan Kantor Kementerian Agama, atau bekerjasama dengan Inspektorat jenderal untuk melihat kebenaran data dan kelayakan pondok pesantren sebagai calon penerima bantuan (*middle list*);
 - d. PPK menelaah hasil verifikasi dan validasi daftar pondok pesantren calon penerima bantuan dan kemudian melaporkannya ke Kuasa Pengguna Anggaran (KPA);
 - e. KPA menelaah hasil laporan hasil seleksi dan menyerahkan kembali kepada PPK untuk disesuaikan seperlunya dan menyusun Surat Keputusan Penetapan Penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

3. Penetapan dan pengesahan
 - a. PPK menyusun draft Surat Keputusan Penetapan Penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren beserta lampirannya yang memuat tujuan pemberian bantuan, bentuk bantuan yang disalurkan, identitas penerima, nilai bantuan, nomor rekening dan nama bank penerima bantuan;
 - b. PPK memastikan calon penerima bantuan yang ada di dalam lampiran draft surat keputusan telah memenuhi persyaratan penerima bantuan;
 - c. Draft surat keputusan beserta lampirannya disampaikan ke Sekretaris Direktorat Jenderal Pendidikan Islam untuk dilakukan koreksi;
 - d. Draft surat hasil koreksi diserahkan kembali kepada PPK untuk diserahkan kembali ke KPA agar disahkan sebagai Surat Keputusan Penetapan Penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.
4. Pemberitahuan dan kelengkapan administrasi
 - a. Masing-masing pondok pesantren penerima bantuan diberikan Surat Keputusan Penetapan Penerima bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren;
 - b. Pondok pesantren yang ditetapkan sebagai penerima bantuan harus melengkapi persyaratan-persyaratan administrasi yang sudah ditetapkan;
5. Pencairan dana bantuan
 - a. Pencairan bantuan dilakukan dalam dua tahap
 - i. Tahap I, 70% dari besar bantuan yang diberikan setelah pondok pesantren penerima bantuan melengkapi persyaratan administrasi;
 - ii. 30% dari besar bantuan yang diberikan setelah pondok pesantren menyelesaikan 50% proses pembangunan atau rehabilitasi dan menggunakan 100% dana dari penerimaan Tahap I;
 - b. Pembuatan laporan pertanggungjawaban hasil pelaksanaan program Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

Sejumlah persyaratan yang harus dipenuhi untuk mendapatkan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren, dan unsur pondok pesantren yang berhubungan dengan kondisi pondok pesantren serta digunakan sebagai bahan verifikasi dan validasi dijadikan parameter sebagai bahan telaah sebelum menetapkan kepantasan bagi pondok pesantren untuk mendapatkan bantuan rehabilitasi. Parameter-parameter tersebut adalah:

2.2.4.1.1 *Aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan.*

Kegiatan kepesantrenan yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah, Keputusan Menteri Agama, dan Keputusan Direktur Jenderal yang ditujukan kepada pesantren adalah:

1. Program *muadalah* dasar setingkat MI dan MTs
2. Program *muadalah* menengah setingkat MA
3. Pendidikan *diniyah* formal jenjang dasar (*Ula*)
4. Pendidikan *diniyah* formal jenjang menengah pertama (*Wustho*)
5. Pendidikan *diniyah* formal jenjang menengah atas (*Ulya*)
6. Pendidikan *diniyah* formal jenjang pendidikan tinggi (*Ma'had Aly*)
7. Penyelenggaraan program Paket A
8. Penyelenggaraan program Paket B
9. Penyelenggaraan program Paket C

2.2.4.1.2 *Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai*

Dalam melakukan pembelajaran yang berkualitas diperlukan sarana yang baik. Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai terhadap sarana yang mengalami kerusakan akan berdampak pada penurunan perkembangan lembaga dan mutu pendidikan. Sarana yang dibutuhkan dalam proses pendidikan pesantren memenuhi unsur:

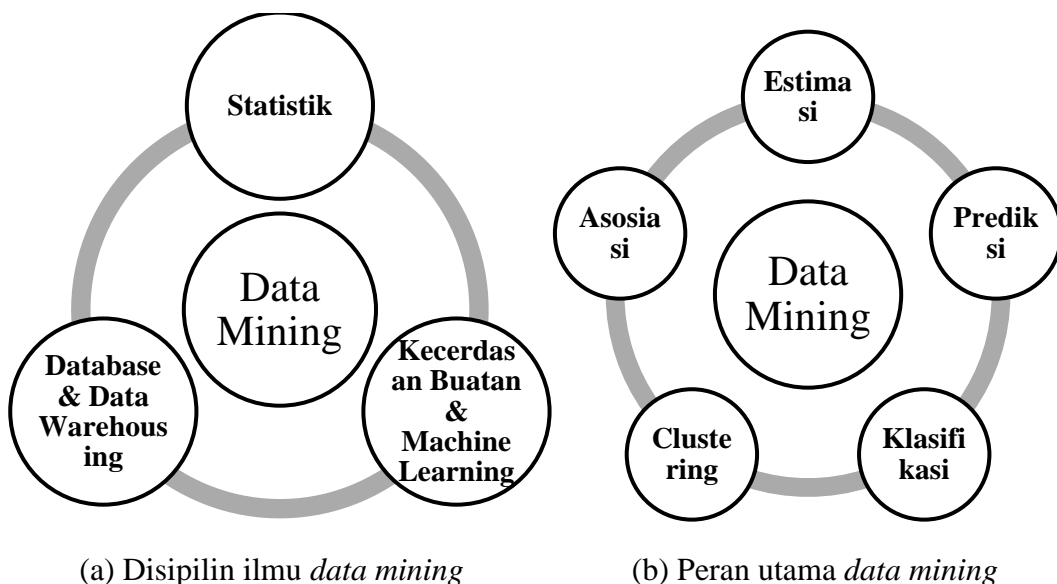
1. Kamar asrama
2. Ruang belajar
3. Masjid/musholla
4. Ruang pimpinan
5. Ruang ustadz
6. Ruang tata usaha
7. Ruang perpustakaan
8. Kamar mandi/toilet pegawai
9. Kamar mandi/toilet santri

2.2.4.1.3 Jumlah peserta didik (santri)

Dengan diketahuinya jumlah dan kondisi santri bisa digunakan sebagai patokan kebutuhan sarana minimal untuk memberikan kenyamanan dan dalam memberikan fasilitas pendidikan yang memadai dan layak.

2.2.5 Data Mining

Data mining yang juga dikenal dengan *Knowledge Discovery from Data* (KDD) adalah sebuah proses menganalisis untuk menemukan pola-pola yang menarik, menjelaskan hal-hal yang telah lalu melalui kegiatan eksplorasi data, dan memprediksi masa depan melalui proses pemodelan. *Data mining* merupakan ilmu yang mengkombinasikan multi disiplin ilmu statistik, *machine learning*, kecerdasan buatan dan teknologi *database* sebagaimana digambarkan Gambar 2.2. Jumlah data yang ditangani oleh *data mining* selalu merupakan data yang sangat besar akibat dari proses bisnis pengumpulan data yang dilalui dalam jangka waktu yang lama. *Data mining* berfungsi untuk mengekstrak pengetahuan dan menghasilkan nilai lebih dari sekumpulan data. Proses bisnis berikutnya adalah menggunakan ekstrak pengetahuan yang dihasilkan *data mining* untuk memperoleh keuntungan dan manfaat yang lebih besar (Sayad, 2010).



Gambar 2.2 *Knowledge Discovery from Data* atau *Data Mining* (a) (Sayad, 2010), (b) (Wahono, 2016)

2.2.5.1 Metode pembelajaran

Dalam *data mining* terdapat dua pendekatan pembelajaran, yaitu *unsupervised* dan *supervised*. Dalam *unsupervised learning* algoritma data mining akan mencari pola dari semua fitur. *Target/label/class* tidak ditentukan atau tidak ada sebelumnya. Sedangkan dalam *supervised learning* proses pembelajaran menggunakan guru, yaitu terdapat data set yang memiliki *target/label/class*. Algoritma akan melakukan proses belajar berdasarkan nilai dari target yang terasosiasi dengan nilai fitur prediktor. Sebagian besar algoritma *data mining* adalah supervised learning, seperti: estimasi, prediksi dan klasifikasi.

2.2.5.2 Algoritma data mining

Sebagai mana ditunjukkan dalam Gambar 2.2, *data mining* dalam perannya memprediksi masa depan, artinya melakukan pemodelan prediktif adalah proses dimana model yang dibuat digunakan untuk memprediksi hasil. Jika hasil berupa pengkategorian maka dinamakan klasifikasi, dan jika hasil klasifikasi berupa data numerik maka dinamakan regresi. Adapun *clustering* adalah pemodelan deskriptif, yaitu pekerjaan pengobservasian ke dalam *cluster-cluster* sehingga hasil observasi pada *cluster* yang sama akan memiliki kemiripan. Dan yang terakhir adalah asosiasi, menemukan aturan-aturan asosiatif antara suatu kombinasi item.

2.2.5.2.1 Klasifikasi

Adalah tugas dari *data mining* untuk memprediksi nilai variabel yang bersifat nominal (target atau kelas) dengan membangun sebuah model berdasarkan satu atau lebih fitur yang bersifat numerik dan/atau nominal. Terdapat 4 grup algoritma klasifikasi (Sayad, 2010):

1. Tabel frekuensi
 - ZeroR
 - OneR
 - Naive Bayesian
 - Decision Tree

2. Matrik kovarian
 - Linear Discriminant Analysis
 - Logistic Regression
3. Fungsi kesamaan
 - K-Nearest Neighbours
4. Lainnya
 - Artificial Neural Network
 - Support Vector Machine

2.2.5.2.2 *Estimasi*

Hampir sama halnya dengan klasifikasi, bedanya estimasi menggunakan bilangan numerik (kontinyu) sebagai target bukan kategorikal (nominal atau diskrit). Algoritma yang biasa digunakan dalam estimasi antara lain: *Linear Regression, Neural Network, Support Vector Machine*.

2.2.5.2.3 *Prediksi*

Algoritma prediksi atau *forecasting* sama dengan algoritma estimasi yang menggunakan tipe data numerik sebagai label/target/class, yang berbeda adalah data prediksi berupa *time series* (rentetan waktu).

2.2.5.2.4 *Asosiasi*

Asosiasi bertujuan menemukan hubungan *co-occurrence* (kejadian yang terjadi secara bersamaan) antara aktivitas yang dilakukan atau tercatat oleh individu atau kelompok tertentu.

2.2.5.2.5 *Clustering*

Adalah sebuah subset data yang memiliki kemiripan. *Clustering* merupakan pembelajaran unsupervised dengan membagi dataset ke dalam grup-grup dimana anggota dari masing-masing grup memiliki kesamaan sedekat mungkin satu dengan yang lain, dan antara satu grup dengan grup yang lain mempunyai perbedaan yang sejauh mungkin. Secara umum algoritma *clustering* dibagi menjadi dua grup:

1. Hirarkis
 - *Agglomerative*
 - *divisive*
2. Paritif
 - K-Means
 - *Self Organizing Map*

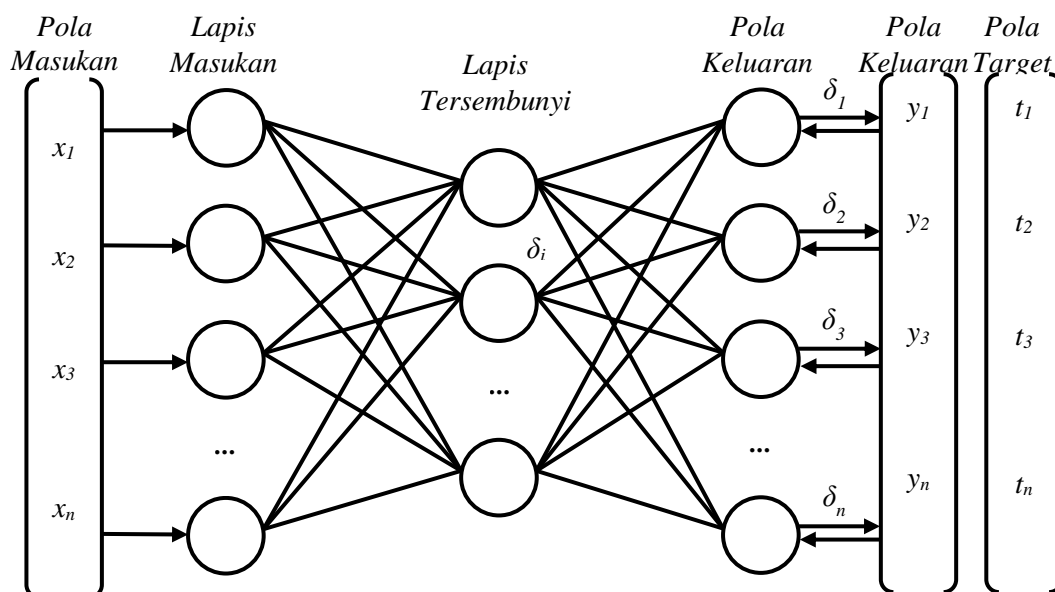
2.2.5.3 Pelatihan dengan Supervisi

Pelatihan dengan supervisi atau dengan istilah lain pelatihan terbimbing memerlukan sejumlah pasangan data masukan dan keluaran yang difungsikan sebagai guru untuk mengarahkan proses latihan dalam jaringan sehingga diperoleh bobot yang diinginkan dan menghasilkan bentuk yang terbaik.

2.2.6 Metode *Backpropagation NN*

2.2.6.1 Arsitektur *Backpropagation NN*

Backpropagation NN adalah salah satu model pelatihan terbimbing. Dalam arsitekturnya *Backpropagation NN* termasuk jaringan syaraf tiruan (JST) lapis jamak (*multi layer perceptron*) karena memiliki tambahan satu atau lebih lapisan lagi selain lapisan input dan lapisan output. Lapisan tambahan ini dinamakan dengan *hidden layer*. Sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Arsitektur *Backpropagation NN* (Purnomo & Kurniawan, 2006)

Lapisan masukan terdiri atas x_n unit masukan yang menggambarkan kondisi permasalahan yang akan dilatihkan ke dalam *Backpropagation NN*. Oleh karena itu jumlah unit di dalam lapisan masukan ditentukan oleh jumlah fitur data yang akan dilatihkan ke *Backpropagation NN*. Setiap lapis *Backpropagation NN* kecuali lapis keluaran bisa ditambah dengan satu unit bias.

Sedangkan jumlah lapisan tersembunyi tergantung dengan kompleksitas permasalahan yang ingin diselesaikan, namun satu lapisan tersembunyi cukup bagi *Backpropagation NN* untuk memetakan pola masukan ke pola keluaran pada tingkat akurasi tertentu, meskipun penambahan jumlah lapisan tersembunyi dalam beberapa situasi dapat mempermudah proses pelatihan (Fauset, 1994). Di dalam satu lapisan tersembunyi terdapat m unit ditambah dengan satu unit bias. Jumlah lapisan tersembunyi dan banyaknya unit di dalamnya mempengaruhi seberapa besar struktur JST. Penentuan jumlah unit yang ada di dalam lapisan tersembunyi mempengaruhi kehandadalan struktur JST. Namun menentukan seberapa besar struktur JST yang diperlukan agar JST dapat menyelesaikan suatu tugas dengan optimal masih menjadi suatu permasalahan tersendiri. Karena besar dan kecilnya JST yang diperlukan tergantung pada jenis komputasi yang akan diselesaikan. Jika struktur JST terlalu kecil maka JST tidak dapat memodelkan permasalahan dengan tepat. Sebaliknya, jika terlalu besar dapat menyebabkan *over fitting*, yaitu suatu kondisi ketika JST tidak dapat memberikan jawaban yang benar pada suatu permasalahan yang sejenis dengan pola yang sudah dilatihkan. Oleh karena itu penentuan besar kecilnya struktur JST perlu dilakukan dengan cara *trial and error*, dimulai dari struktur JST yang kecil dan perlahan tumbuh dan berkembang jika diperlukan dan mengubah-ubah arsitektur JST hingga ditemukan struktur yang terbaik.

Adapun lapisan keluaran terdiri atas satu lapisan keluaran. Jumlah unit pada lapisan keluaran disesuaikan dengan kondisi lingkungan luar yang digambarkan dengan jumlah dan jenis target yang ingin dicapai oleh pelatihan dalam *Backpropagation NN*. Tidak ada unit bias dalam lapisan keluaran. Setiap unit yang ada pada setiap lapisan akan dihubungkan dengan unit pada lapisan yang lain dengan suatu nilai bobot.

2.2.6.2 Pelatihan Backpropagation NN

Dinamakan *backpropagation* (propagasi balik) karena algoritma pelatihannya selain mengumpan maju (*feedforward*) sinyal masukan menuju unit keluaran, metode ini menyebarkan mundur kembali (*backward*) sinyal keluaran menuju lapisan masukan apabila sinyal keluaran yang dihasilkan dari proses *feedforward* tidak sesuai dengan yang diharapkan. Secara lebih terinci algoritma *Backpropagation* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Langkah 0

Menginisialisasi seluruh bobot penghubung;

Pemilihan bobot penghubung sangat penting dan berpengaruh apakah jaringan akan mencapai global ataukah lokal minima, dan seberapa cepat mencapai konvergensi. Menggunakan bobot penghubung yang terlalu seragam atau terlalu kecil atau terlalu besar membuat konvergensi tidak tercapai. Dalam banyak penelitian, konvergensi dapat tercapai jika inisialisasi bobot menggunakan nilai random kecil yang terletak antara nilai -0,5 sampai dengan 0,5 atau -1 sampai dengan 1 (Purnomo & Kurniawan, 2006).

- Langkah 1

Ulangi langkah 2 sampai dengan langkah 9 sampai kondisi penghentian iterasi terpenuhi;

- Langkah 2

Untuk masing-masing data pelatihan lakukan langkah 3 sampai dengan 8;

Umpan maju (*feedforward*)

- Langkah 3

Setiap unit lapisan masukan (x_i) menerima sinyal masukan dan meneruskannya ke unit di lapisan berikutnya (lapisan tersembunyi);

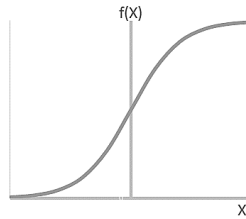
- Langkah 4

Dengan persamaan (2.1) Hitung nilai masukan unit tersembunyi dengan menjumlahkan perkalian nilai yang diterima dari unit masukan dengan nilai bobot penghubungnya kemudian ditambahkan dengan nilai bobot biasnya (v_{0j})

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.1)$$

Kemudian hitung nilai masing-masing unit tersembunyi sesuai dengan fungsi pengaktifnya. Secara umum ada tiga fungsi pengaktif yang sering digunakan: **sigmoid unipolar** (Gambar 2.4) yang memiliki *range* (0,1), maka nilai unit lapisan tersembunyi dihitung dengan persamaan (2.2):

$$z_j = f(z_in_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_in_j}} \quad (2.2)$$

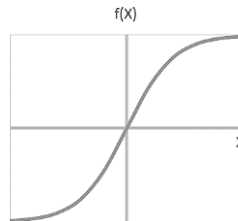


Gambar 2.4 Sigmoid unipolar, *range* (0,1)

sigmoid bipolar yang memiliki *range* (-1,1), maka nilai unit lapisan tersembunyi dihitung dengan persamaan (2.3):

$$z_j = f(z_in_j) = \frac{2}{1 + e^{-z_in_j}} - 1 \quad (2.3)$$

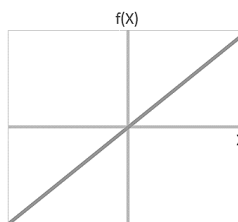
Grafik fungsi aktivasi sigmoid bipolar ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sigmoid bipolar, *range* (-1,1)

Dan **linier (identitas)** (Gambar 2.6), maka nilai unit lapisan tersembunyi dihitung dengan persamaan (2.4):

$$z_j = f(z_in_j) \quad (2.4)$$



Gambar 2.6 Linier (identitas)

Nilai unit lapisan tersembunyi yang dihasilkan dari penghitungan fungsi aktivasi inilah yang dikirim ke lapisan selanjutnya (lapisan keluaran)

▪ Langkah 5

Hitung nilai masukan unit keluaran dengan menjumlahkan perkalian nilai yang diterima dari unit tersembunyi dengan nilai bobot penghubungnya kemudian ditambahkan dengan nilai bobot biasnya sebagaimana persamaan (2.5)

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (2.5)$$

Kemudian dengan persamaan (2.6) hitung nilai masing-masing unit keluaran sesuai dengan fungsi pengaktifnya

$$y_k = f(y_in_k) \quad (2.6)$$

Keterangan

- z_in_j adalah nilai masukan unit tersembunyi,
- w_{0j} adalah bobot penghubung antara bias lapisan masukan dengan unit-unit lapisan tersembunyi,
- x_i adalah unit di lapisan masukan
- v_{ij} adalah bobot penghubung antara unit-unit lapisan masukan dengan unit-unit lapisan tersembunyi
- z_j adalah nilai unit lapisan tersembunyi
- $f(z_in_j)$ adalah fungsi pengaktif lapisan tersembunyi
- e adalah eksponensial
- y_in_k adalah nilai masukan unit keluaran
- w_{0k} adalah bobot penghubung antara bias lapisan tersembunyi dengan unit-unit lapisan keluaran
- w_{jk} adalah bobot penghubung antara unit-unit lapisan tersembunyi dengan unit-unit lapisan keluaran
- y_k adalah nilai unit lapisan keluaran
- $f(y_in_k)$ adalah fungsi pengaktif lapisan keluaran

Propagasi mundur (*backpropagation*)

▪ Langkah 6

Dengan persamaan (2.7) Masing-masing unit keluaran dihitung nilai galat (kesalahan)nya

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (2.7)$$

Jika menggunakan **sigmoid unipolar** maka $f'(y_{in_k})$ dihitung dengan persamaan (2.8)

$$f'(y_{in_k}) = f(y_{in_k}) (1 - f(y_{in_k})) \quad (2.8)$$

Jika menggunakan **sigmoid bipolar** maka $f'(y_{in_k})$ dihitung dengan persamaan (2.9)

$$f'(y_{in_k}) = \frac{1}{2} (1 + f(y_{in_k})) (1 - f(y_{in_k})) \quad (2.9)$$

Setelah nilai galat ditemukan dengan persamaan (2.10) hitung suku perubahan bobot penghubung,

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (2.10)$$

dan suku perubahan bobot bias dengan persamaan (2.11)

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (2.11)$$

• Langkah 7

Sesuai persamaan (2.12) gunakan nilai galat lapisan keluaran untuk menghitung galat masukan lapisan tersembunyi

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2.12)$$

Kemudian hitung nilai galat pada masing-masing unit lapisan tersembunyi dengan persamaan (2.13)

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (2.13)$$

Gunakan nilai galat unit lapisan tersembunyi untuk menghitung suku perubahan bobot penghubung lapisan tersembunyi sesuai dengan persamaan (2.14)

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.14)$$

Dan untuk suku perubahan bobot bias sesuai dengan persamaan (2.15)

$$\Delta v_{j0} = \alpha \delta_j \quad (2.15)$$

Keterangan

- δ_k adalah nilai kesalahan (galat) unit lapisan keluaran
- t_k adalah nilai target ke k
- $f'(y_{in_k})$ adalah turunan fungsi aktivasi lapisan keluaran
- Δw_{jk} adalah suku perubahan yang digunakan untuk memperbaiki nilai bobot penghubung antara unit-unit lapisan keluaran dengan unit-unit lapisan tersembunyi di langkah ke 8
- α adalah laju pemahaman
- Δw_{0k} adalah suku perubahan yang digunakan untuk memperbaiki nilai bobot penghubung antara unit-unit lapisan keluaran dengan bias lapisan tersembunyi di langkah ke 8
- δ_{in_j} adalah galat masukan lapisan tersembunyi
- δ_j adalah nilai kesalahan (galat) unit lapisan tersembunyi
- Δv_{ij} adalah suku perubahan yang digunakan untuk memperbaiki nilai bobot penghubung antara unit-unit lapisan tersembunyi dengan unit-unit lapisan masukan
- Δv_{j0} adalah suku perubahan yang digunakan untuk memperbaiki nilai bobot penghubung antara unit-unit lapisan tersembunyi dengan bias lapisan masukan

Memperbaiki bobot dan bias

- Langkah 8

Hitung perbaikan untuk masing-masing bobot penghubung dan bias dengan persamaan (2.16) untuk lapisan keluaran,

$$w_{jk}(t+1) = w_{jk}(t) + \Delta w_{jk} \quad (2.16)$$

dan persamaan (2.17) untuk lapisan tersembunyi

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + \Delta v_{ij} \quad (2.17)$$

- Langkah 9

Uji kondisi pemberhentian (akhir dari iterasi)

Keterangan

- t adalah iterasi ke t

2.2.6.3 Variasi pada algoritma backpropagation

Tujuan dari proses pelatihan *backpropagation* adalah tercapainya konvergensi antara nilai keluaran yang dihasilkan dari proses pelatihan dengan galat yang diinginkan, serta menghindari kondisi local minima. Agar dicapai konvergensi yang optimal diperlukan beberapa modifikasi dalam algoritma *Backpropagation NN*. Modifikasi tersebut dapat dilakukan dengan:

a. Momentum

Modifikasi ini adalah dengan menambahkan konstanta perubahan bobot penghubung sebelumnya dengan nilai positif antara 0,5 sampai dengan 0,9 (Purnomo & Kurniawan, 2006). Dengan memberikan momentum dimaksudkan jika didapati data yang sangat berbeda dengan data yang lain (*outlier*), maka perubahan yang mencolok pada bobot dapat dihindari karena perubahan akan dilakukan dengan lambat. Sebaliknya, jika pola data yang diberikan ke jaringan serupa (bukan *outlier*) maka momentum akan mempercepat perubahan pada bobot. Untuk memberikan momentum, perubahan bobot baru ($t+1$) berdasarkan pada bobot sebelumnya ($t-1$) dan bobot aktual (t). Sebagaimana yang dijelaskan pada persamaan (2.18) untuk bobot penghubung lapisan tersembunyi,

$$w_{kj}(t+1) = w_{kj}(t) + \alpha \delta_k z_j + \mu (w_{kj}(t) - w_{kj}(t-1)) \quad (2.18)$$

, dan (2.19) untuk bobot penghubung lapisan masukan.

$$v_{ji}(t+1) = v_{ji}(t) + \alpha \delta_j x_i + \mu (v_{ji}(t) - v_{ji}(t-1)) \quad (2.19)$$

Tujuannya adalah mempercepat proses konvergensi dan menghindari terjadinya optimum lokal.

Keterangan

- μ adalah konstanta momentum

b. Adaptif

Laju pemahaman (α) sangat mempengaruhi unjuk kerja algoritma *Backpropagation*. Nilai laju pemahaman dipilih mulai dari 0,001 sampai dengan 1. Namun sangat sulit untuk menentukan laju pemahaman yang paling optimal. Semakin kecil nilai laju pemahaman dapat menjamin penurunan gradien terlaksana dengan baik namun dengan jumlah iterasi semakin banyak. Sebaliknya, semakin besar laju pemahaman proses pelatihan dapat berjalan dengan singkat karena jumlah iterasi semakin sedikit namun tidak dapat mencapai konvergensi dengan optimal. Namun penentuan nilai optimum dari laju pemahaman tergantung pada yang ingin diselesaikan (Purnomo & Kurniawan, 2006). Apabila laju pemahaman terlalu besar atau terlalu kecil jika tidak sesuai dengan karakter data yang diberikan menyebabkan pelatihan menjadi sangat lambat. Oleh karena itu diperlukan laju pemahaman yang bisa beradaptasi dengan besarnya *error* pada setiap kali iterasi pelatihan. Jika *error* pada iterasi pelatihan terkini lebih besar dari pada *error* pada iterasi pelatihan sebelumnya maka laju pemahaman akan dikecilkan. Sebaliknya, jika *error* pada iterasi pelatihan terkini lebih kecil dari pada *error* pada pelatihan sebelumnya maka laju pemahaman akan dibesarkan. Dengan demikian diharapkan besaran laju pemahaman tetap terjaga dalam kondisi paling optimal. Adaptasi besaran laju pemahaman dengan memenuhi kondisi (2.20).

$$\alpha_{jk}(t+1) \begin{cases} \alpha_{jk}(t) + \kappa, & \text{if } \overline{\Delta_{jk}}(t-1)\Delta_{jk}(t) > 0 \\ (1-\gamma)\alpha_{jk}(t), & \text{if } \overline{\Delta_{jk}}(t-1)\Delta_{jk}(t) < 0 \\ \alpha_{jk}(t), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.20)$$

$$\Delta_{jk}(t) = \frac{\partial E}{\partial w_{jk}} \quad (2.21)$$

Keterangan

- κ adalah rasio penambah laju pemahaman
- $\Delta_{jk}(t)$ adalah *partial derivative* dari error yang berhubungan dengan bobot tertentu, sebagai mana yang dijelaskan dalam persamaan (2.21)
- γ adalah ratio pengurang laju pemahaman
- E adalah *squared error* dari pola yang dihasilkan pada saat t

c. Adaptif dan momentum

Dua modifikasi algoritma *backpropagation* di atas juga memungkinkan untuk dilakukan penggabungan. Mengatur perubahan bobot penghubung sekaligus memberikan kemampuan laju pemahaman untuk beradaptasi dengan besar atau kecilnya *error* yang didapat pada saat tiap iterasi pelatihan. Dengan penggabungan ini memungkinkan algoritma *backpropagation* memiliki keunggulan dari kedua modifikasi tersebut.

2.2.7 Uji kinerja

Untuk mengetahui sejauh mana *Backpropagation NN* melakukan pelatihan terhadap jaringan *neural network* maka perlu dilakukan uji kinerja. Ada banyak metode yang bisa digunakan untuk menguji kinerja *Backpropagation NN* khususnya sebagai *classifier*, antara lain:

2.2.7.1 Mean Squared Error

Kadangkala *classifier* tidak menghasilkan label kategorikal namun nilai kontinyu, dimana *Backpropagation NN* termasuk dalam hal ini. Karena keluaran yang dihasilkan tidak sama persis dengan nilai kelas aktual menyebabkan penentuan apakah nilai prediksi termasuk benar atau salah menjadi sulit. Maka digunakan *average loss function* untuk mengukur kesalahan antara nilai aktual dengan nilai prediksi sebagaimana yang dijelaskan dalam persamaan (2.22).

$$\text{Mean Squared Error} = \frac{\sum_{i=1}^d (y_i - y'_i)^2}{d} \quad (2.22)$$

Keterangan

- y adalah nilai sesungguhnya
- y' adalah nilai prediksi
- d adalah banyak data

2.2.7.2 Pearson's Correlation

Pearson's Correlation atau yang juga disebut dengan *Pearson's Product Moment Coefficient* atau koefisien korelasi adalah sebuah metode untuk mengevaluasi hubungan antara dua atribut yang diperkenalkan oleh Karl Pearson.

Tujuannya adalah mengetahui seberapa kuat suatu variabel berpengaruh pada variabel lainnya. Jika salah satu variabel meningkat atau menurun apakah variabel yang lain ikut meningkat atau menurun. Jika iya, maka variabel-variabel tersebut *co-vary* atau bervariasi bersama-sama. Jika tidak, maka variabel-variabel tersebut tidak *co-vary*. Nilai *Pearson's Correlation* diperoleh dengan membagi nilai covariant dengan standar deviasinya.

Penghitungan *Pearson's Correlation* dilakukan dengan memenuhi persamaan (2.23).

$$\text{correlation} = \frac{\text{covariant}}{\text{standard deviation}}$$

$$r_{xy} = \frac{n \cdot \sum_i^n x_i y_i - \sum_i^n x_i \cdot \sum_i^n y_i}{\sqrt{n \cdot \sum_i^n x_i^2 - (\sum_i^n x_i)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum_i^n y_i^2 - (\sum_i^n y_i)^2}} \quad (2.23)$$

Keterangan

- r_{xy} adalah koevisien korelasi antara x dengan y
- n adalah banyak data

Nilai *Pearson's Correlation* berada pada jangkauan -1 sampai dengan 1. Jika nilai r mendekati 0 maka x dan y adalah saling bebas dan tidak ada keterkaitan antar keduanya. Jika yang dihasilkan adalah nilai kurang dari 0, maka x dan y berkorelasi negatif, dimana jika salah nilai satu atribut naik maka nilai atribut yang lain akan turun. Dan jika yang dihasilkan adalah nilai lebih dari 0, maka x dan y berkorelasi positif, artinya nilai x dan y akan naik atau turun bersama-sama. Dengan begitu akan diketahui pengaruh perubahan nilai target yang diberikan terhadap keluaran yang dihasilkan *predictor* atau *classifier*. Kriteria hubungan yang ditunjukkan dari nilai *Pearson's Correlation* adalah sebagaimana Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria hubungan *Pearson's Correlation*

r	Kriteria Hubungan
$0 = r$	Tidak ada korelasi
$0 < r \leq 0,5$	Korelasi lemah
$0,5 < r \leq 0,8$	Korelasi sedang
$0,8 < r < 1$	Korelasi kuat
$r = 1$	Korelasi sempurna

Akan tetapi *Pearson's Correlation* bukanlah hubungan sebab akibat. Artinya meskipun hasil penghitungan menunjukkan x berkorelasi dengan y bukan berarti x menyebabkan y dan y disebabkan oleh x , atau sebaliknya.

2.2.7.3 Confusion Matrix

Confusion matrix digunakan untuk menganalisis seberapa baik *classifier* mengenali beberapa *record* pada kelas yang berbeda. Terdiri atas tabel dengan ukuran $m \times m$. Diamana baris menggambarkan jumlah record dengan kelas tertentu dan kolom menggambarkan jumlah record yang diklasifikasikan oleh *classifier*. Tingkat akurasi yang baik yang dihasilkan oleh *classifier* ditunjukkan dengan jumlah record pada kotak diagonal $C_{1,1}$ sampai $C_{m,m}$. Semakin besar angkanya maka semakin akurat, dan sebaliknya. Sedangkan pada kotak yang lain semakin mendekati nilai nol (Han, et al., 2012). Bentuk dasar *confusion matrix* ditunjukkan pada Gambar 2.7.

		Predicted Class	
		C1	C2
Actual Class	C1	True Positives	False Negatives
	C2	False Positives	True Negatives

Gambar 2.7 Bentuk dasar *confusion matrix*

Penilaian yang diberikan kepada hasil klasifikasi terdiri atas dua hal, positif dan negatif, yang direpresentasikan menjadi empat:

TP (True Positive) = *record* dengan kelas aktual positif terprediksi tepat sebagai kelas positif.

FN (False Negative) = *record* dengan kelas aktual positif terprediksi salah sebagai kelas negatif.

FP (False Positive) = *record* dengan kelas aktual negatif terprediksi salah sebagai kelas positif.

TN (True Negative) = *record* dengan kelas aktual negatif terprediksi tepat sebagai kelas negatif.

Dengan mengetahui nilai dari masing-masing representasi dapat digunakan untuk menentukan beberapa pengukuran:

- Sensitifitas, proporsi *record* kelas positif yang terprediksi sebagai positif di antara semua *record* anggota kelas positif, dengan menggunakan persamaan (2.24).

$$sensitivity (recall) = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.24)$$

- Spesifisitas, proporsi *record* kelas negatif yang terprediksi sebagai negatif di antara semua *record* anggota kelas negatif, dengan menggunakan persamaan (2.25).

$$specificity = \frac{TN}{TN+FP} \quad (2.25)$$

- Presisi, proporsi *record* kelas positif yang terprediksi sebagai positif di antara semua *record* yang terprediksi sebagai positif, dengan menggunakan persamaan (2.26)

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.26)$$

- Akurasi, proporsi *record-record* yang terprediksi sesuai dengan kelasnya, dengan menggunakan persamaan (2.27)

$$accuracy = sensitivity+specificity = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \quad (2.27)$$

2.2.7.4 Kurva Receiver Operating Characteristic (ROC)

Kurva ROC berguna untuk menggambarkan performa suatu model klasifikasi. ROC bermula dari teori deteksi signal yang dikembangkan untuk menganalisis gambar yang ditangkap oleh radar pada saat Perang Dunia ke II (Han, et al., 2012). Kurva ROC menggunakan nilai FPR sebagai sumbu *x* dan TPR sebagai sumbu *y*. Jika *classifier* memiliki performa yang baik maka di dalam ROC kurva ditunjukkan pada posisi di atas garis *random guessing* dengan nilai terbaik berada pada koordinat (0,1) yang disebut dengan *perfect classification*. Sebaliknya jika *classifier* memiliki performa yang buruk kurva ROC berada di posisi di bawah garis *random guessing*. *Random guessing* adalah garis melintang secara diagonal dari koordinat (0,0) sampai koordinat (1,1), yang mengartikan nilai kemungkinan dari

dua hal yang sama besar. Nilai FPR diperoleh dengan persamaan (2.28), dan untuk memperoleh nilai TPR digunakan persamaan (2.29)

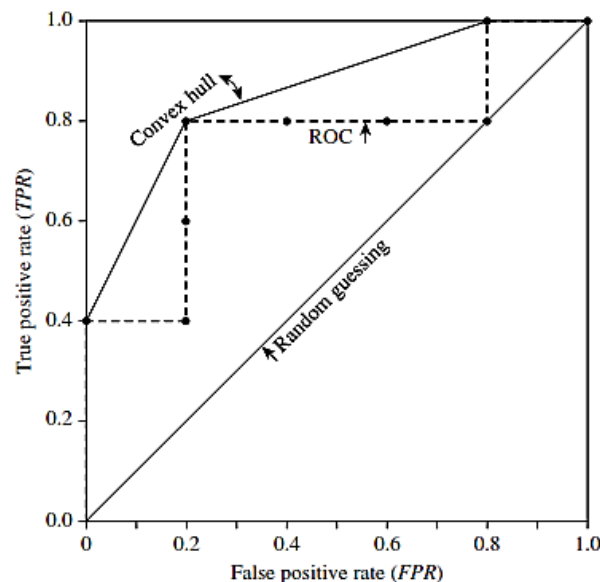
$$FPR = \frac{FP}{FP+TN} \quad (2.28)$$

$$TPR = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.29)$$

Keterangan

- *FPR (False Positive Rate)* adalah proporsi record kelas negatif yang terprediksi sebagai kelas positif, atau ekuivalen dengan *1-specificity*.
- *TPR (True Positive Rate)* adalah proporsi record positif yang terprediksi sebagai kelas positif, atau ekuivalen dengan nilai *sensitivity*.

Contoh kurva ROC ditunjukkan pada Gambar 2.8.



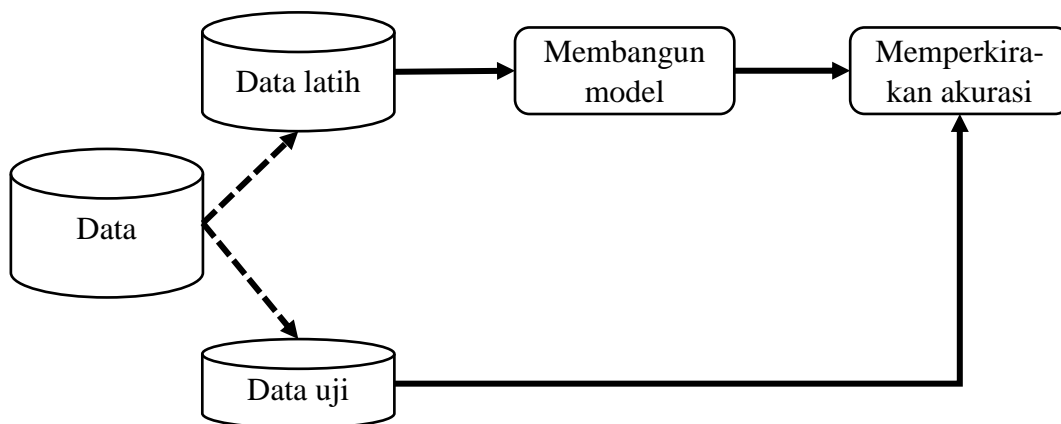
Gambar 2.8 Kurva ROC (Han, et al., 2012)

Kinerja suatu model metode klasifikasi dapat diukur dengan menghitung *Area Under Curve* (AUC), yaitu luasan area yang berada di bawah kurva ROC. Hasil pengukuran AUC diinterpretasikan dalam beberapa interval berikut:

1. $0,9 < AUC \leq 1$ = memuaskan
2. $0,8 < AUC \leq 0,9$ = baik
3. $0,7 < AUC \leq 0,8$ = kurang baik
4. $0,6 < AUC \leq 0,7$ = buruk
5. $0,5 < AUC \leq 0,6$ = gagal

2.2.7.5 Holdout Methode

Metode *holdout* juga merupakan metode pengujian kinerja *classifier* hasil pelatihan. Ide dari metode ini adalah membagi data menjadi dua yang pada umumnya dengan perbandingan 3:1, 3 untuk data latih, dan 1 untuk data uji (Han, et al., 2012). Data latih digunakan untuk melatih jaringan *classifier*. Jaringan yang terbentuk akan diuji keandalannya dalam menangani data yang sama sekali belum digunakan dalam proses pelatihan jaringan (*blind data*) tetapi memiliki keanggotaan label yang sama dengan data latih. Data yang digunakan dalam proses pengujian ini adalah 1/3 dari jumlah seluruh data, yaitu data uji. Metode pengukuran bisa menggunakan apa saja asalkan metode yang digunakan dalam proses pelatihan sama dengan yang digunakan untuk proses pengujian. Metode *holdout* dijelaskan pada Gambar 2.9.

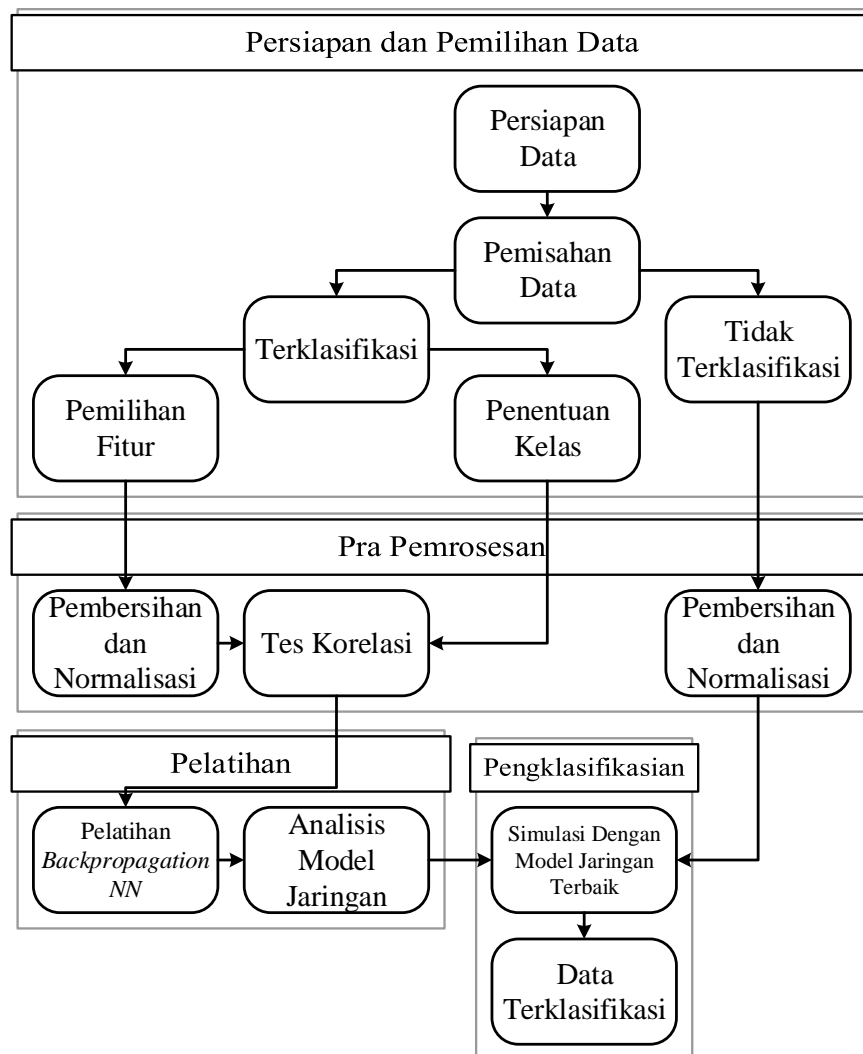


Gambar 2.9 Memperkirakan akurasi dengan metode *holdout* (Han, et al., 2012)

BAB 3

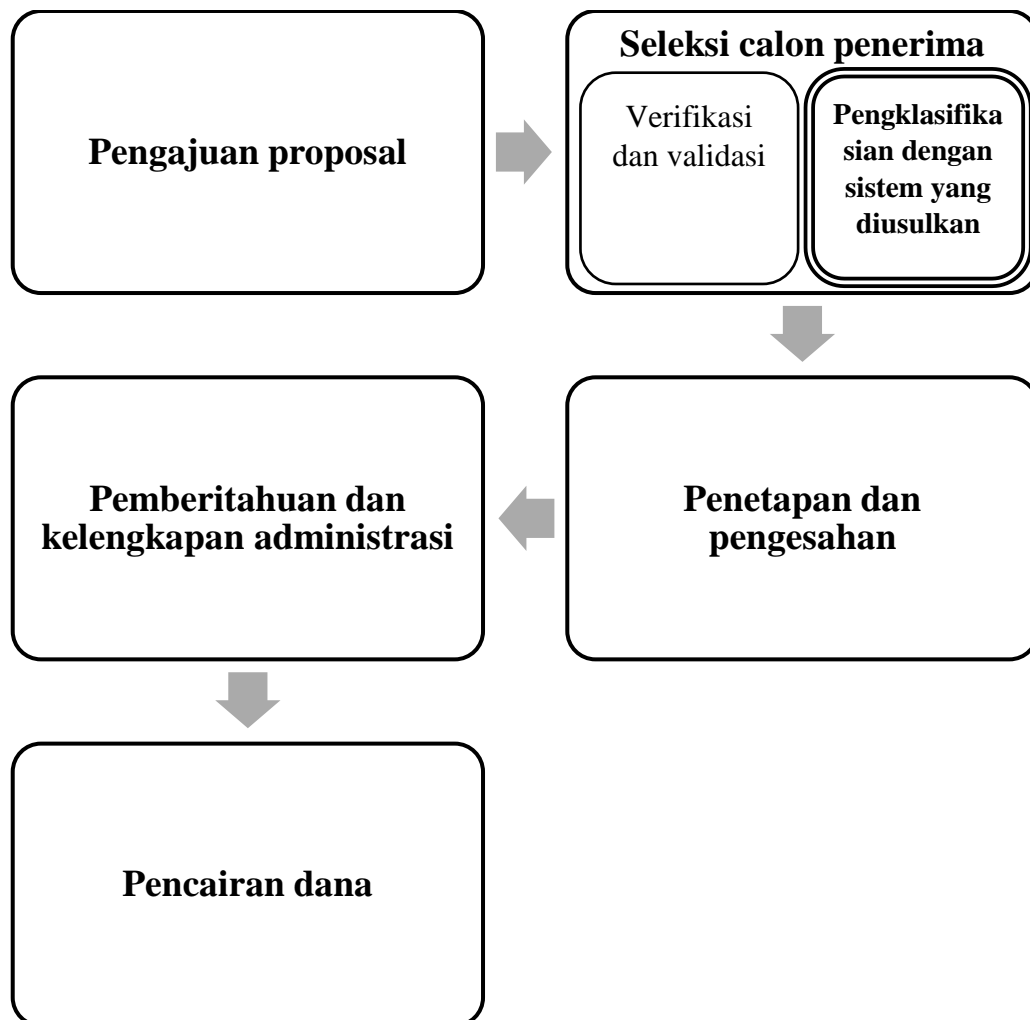
METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan cara kerja penelitian yang dijelaskan pada Gambar 3.1 untuk menghasilkan arsitektur *Backpropagation NN* terbaik yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan data pondok pesantren sesuai dengan jenis bantuan rehabilitasinya. Data pondok pesantren diambil dari *Education Management Information System* (EMIS) yang sudah ditransformasikan ke dalam bentuk *spreadsheet*, dan data-data pendukung lainnya yang juga sudah dalam bentuk *spreadsheet*. Atribut yang digunakan mengacu pada (Amin, 2016) dan (Ali, 2014).



Gambar 3.1 Alur kerja penelitian

Tanpa mengubah atau mengurangi alur dari mekanisme dan prosedur penyaluran bantuan rehabilitasi yang sudah ditetapkan dalam Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Islam Nomor 4395 tahun 2016 tentang Petunjuk Teknis Pengelolaan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren, sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 3.2 penelitian ini menitikberatkan pada proses pra seleksi dengan melakukan pengklasifikasian awal pondok pesantren yang belum pernah mengajukan permohonan bantuan agar dapat mempercepat proses penilaian, penelaahan dan pemilihan calon penerima bantuan rehabilitasi yang potensial sehingga dana yang diberikan lebih tepat sasaran dan pelaksanaan rehabilitasi lebih optimal.



Gambar 3.2 Usulan penelitian untuk proses pra seleksi dengan melakukan klasifikasi

Alur kerja penelitian yang digambarkan pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.1 Tahap Persiapan Dan Pemilihan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data pondok pesantren dan data terkait pelaksanaan anggaran bantuan rehabilitasi, serta mengumpulkan atribut-atribut yang diperlukan untuk proses klasifikasi. Data set diperoleh dari data Education Management Information Sytem (EMIS), yang berisi data lembaga pendidikan keagamaan Islam pondok pesantren se wilayah kerja Kantor Wilayah Kementerian Agama Prop. Jawa Timur. Data EMIS telah dilakukan update sampai dengan Semester Genap Tahun Ajaran 2016/2017. Dan data pelaksanaan anggaran penyaluran Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Tahun Anggaran 2016 dan 2017 yang berisikan informasi daftar pesantren yang mengajukan bantuan serta jenis bantuan yang didapatkan. Karena sumber dari data tersebut terpisah maka harus dilakukan integrasi dalam satu berkas. Data pondok pesantren yang sudah pernah mengajukan permohonan bantuan yang dimasukkan ke dalam kategori data terklasifikasi sebagai data untuk melakukan proses pelatihan. Dan pondok pesantren yang belum pernah mengajukan permohonan bantuan yang dimasukkan ke dalam kategori data tidak terklasifikasi yang nantiya akan diprediksikan mengenai kelas jenis bantuan rehabilitasi yang paling memungkinkan untuk didapatkannya. Setelah integrasi dilakukan selanjutnya adalah pemilihan fitur. Fitur yang dipilih adalah variabel yang sesuai dengan parameter-parameter yang digunakan sebagai persyaratan dan seleksi penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren sebagai mana yang ditetapkan dalam (Amin, 2016), (Ali, 2014) dan (Ali, 2014). Parameter-parameter tersebut antara lain:

1. **Aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan**

Parameter aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan diwakili oleh kegiatan kepesantrenan. Kegiatan kepesantrenan adalah macam-macam model dan bentuk kegiatan belajar dan mengajar yang diterapkan pesantren sesuai dengan Peraturan Pemerintah, Keputusan Menteri maupun Keputusan Direktur Jenderal.

2. Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai.

Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai diwakili oleh kondisi sarana. Sarana adalah bangunan bentuk fisik pesantren yang digunakan sebagai tempat proses belajar mengajar dan menunjang kegiatan pendidik dan peserta didik di pesantren. Jenis sarana yang digunakan juga menyesuaikan dengan jenis bantuan yang pernah pemerintah berikan kepada pondok pesantren. Kondisi sarana adalah penilaian utama dalam pemberian Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

3. Kondisi peserta didik

Informasi tentang kondisi peserta didik diperlukan untuk mengukur kecukupan sarana yang dibutuhkan peserta didik dalam mengikuti proses belajar. Kondisi peserta didik mewakili persyaratan jumlah santri.

Untuk penentuan kelas didapatkan dari jenis bantuan yang diterima dan dibayarkan oleh pemerintah kepada pondok pesantren. Fitur-fitur yang sudah didapatkan kemudian digunakan dalam proses pelatihan pembentukan *Backpropagation NN* sedangkan kelas jenis bantuan yang didapatkan dijadikan sebagai target.

3.2 Pra Pemrosesan

Data yang telah disiapkan dan dipilih atributnya yang sesuai dengan parameter penilaian untuk penetapan penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren harus dilakukan pra pemrosesan agar proses pelatihan *Backpropagation NN* berjalan dengan benar dan menghasilkan keluaran yang optimal.

3.2.1 Pembersihan Data

Karena data EMIS merekam seluruh bentuk model dari pendidikan agama dan keagamaan maka data lembaga di luar data pondok pesantren harus dibuang. Pembersihan juga dilakukan pada *record* pondok pesantren yang hanya memiliki nilai *null* ataupun 0 (nol) pada salah satu atau beberapa parameter. Nilai *null* atau 0 (nol) pada salah satu atau beberapa parameter merupakan ketidakwajaran yang

salah satu penyebabnya adalah pondok pesantren tidak melakukan pengisian data pada parameter yang bersangkutan.

3.2.2 Normalisasi

Data yang didapatkan berada dalam *range* yang berbeda-beda. Untuk memberikan perbandingan yang adil maka dilakukan penskalaan ulang agar semua atribut memiliki bentang nilai data yang sama. Metode normalisasi yang digunakan adalah normalisasi linier dengan memenuhi persamaan (3.1).

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (3.1)$$

Keterangan

- x' adalah data hasil normalisasi
- x adalah data asli

3.2.3 Tes Korelasi

Tes korelasi dilakukan untuk memahami kekuatan dan jenis korelasi antara setiap fitur dengan target. Apakah perubahan pada fitur akan mempengaruhi perubahan pada target ataukah tidak. Dan juga bagaimana arah pengaruh antar fitur dan target apakah sejalan, berkebalikan ataukah berpengaruh lemah (tidak berkorelasi). Tes korelasi juga biasa digunakan untuk melakukan seleksi fitur yang nantinya akan digunakan dalam proses pelatihan. Namun dalam riset kali ini fitur yang digunakan dalam pelatihan sudah ditentukan melalui peraturan pemerintah, maka tes korelasi digunakan untuk mengukur seberapa besar pengaruh target yang diberikan terhadap nilai keluaran yang dihasilkan *Backpropagation NN*. Setelah proses pelatihan, metode ini juga digunakan kembali untuk mengukur kinerja hasil pelatihan. Dan dalam proses pengujian digunakan untuk mengukur kemampuan *Backpropagation NN* hasil pelatihan dalam menangani *blind data*. Tes korelasi dilakukan dengan menggunakan *Pearson's Correlation* atau *Pearson's Product Moment Correlation* (koefisien korelasi).

3.3 Pelatihan *Backpropagation NN*

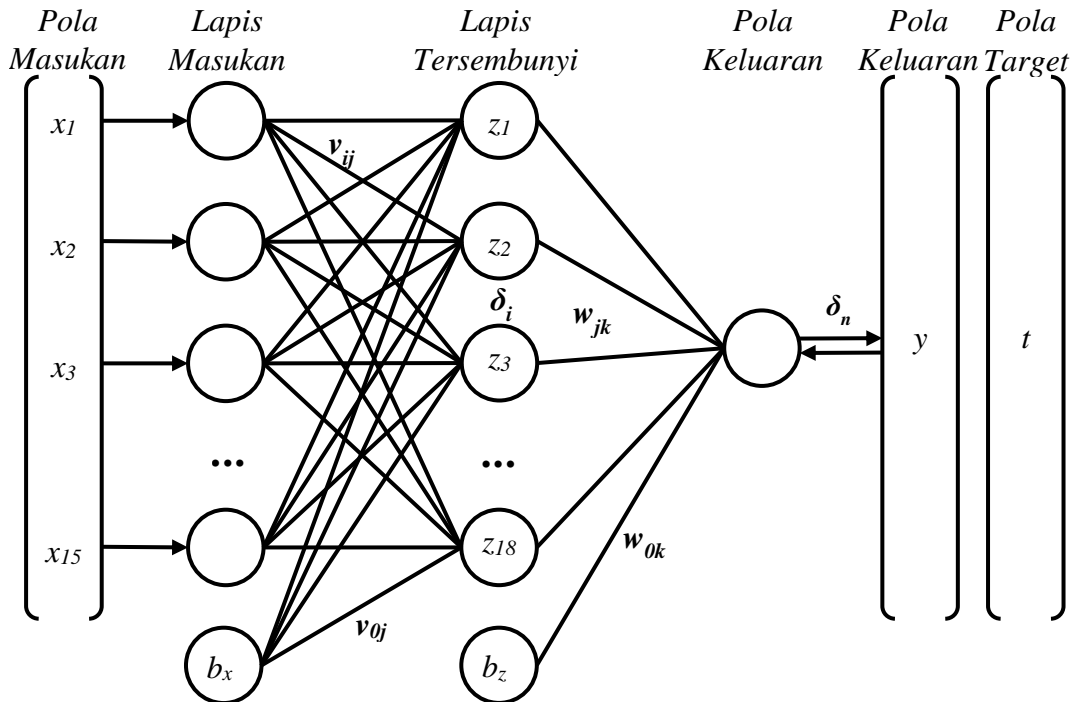
Tujuan dari pelatihan adalah membentuk jaringan agar dapat merespon pola masukan untuk menghasilkan keluaran yang sesuai dengan target yang diharapkan.

3.3.1 Pembangunan arsitektur *Backpropagation NN*

Arsitektur jaringan dibangun dalam tiga lapisan. Lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Pembangunan arsitektur tiap lapisan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Jumlah unit pada lapisan masukan disesuaikan dengan permasalahan yang digambarkan dengan jumlah fitur data. Lapisan masukan diberikan satu unit tambahan untuk bias.
2. Fungsi aktivasi ditentukan melalui proses uji coba. Uji coba dilakukan dengan melakukan pelatihan pada *Backpropagation NN* dengan mengubah-ubah kombinasi antara tiga fungsi aktivasi, yaitu *sigmoid unipolar*, *sigmoid bipolar* dan *linier*. Setiap kombinasi dilakukan pelatihan sebanyak 10 kali untuk memperoleh komposisi pembagian acak data pelatihan dan data pengujian yang terbaik. Pembagian data acak dilakukan dengan metode *holdout* dengan komposisi 80% data latih dan 20% data uji. Setelah fungsi aktivasi terbaik didapatkan, dipilih satu dari 10 proses pelatihan yang memiliki nilai akurasi tertinggi.
3. Jumlah unit pada lapisan tersembunyi ditentukan dengan menguji coba jaringan yang terbentuk dari langkah 1 dan 2. Dimulai dengan jumlah unit kecil berturut-turut sampai dengan jumlah unit terbesar yang ditentukan. Lapisan tersembunyi diberikan satu unit tambahan untuk bias.
4. Jumlah unit pada lapisan keluaran disesuaikan dengan kondisi luar yang digambarkan dengan kelas jenis Bantuan Rehabilitasi untuk dijadikan target dalam proses pelatihan *Backpropagation NN*.
5. Jumlah iterasi terbaik ditentukan dengan melakukan uji coba terhadap jaringan yang terbentuk pada langkah 1 sampai dengan langkah 4, dimulai dengan jumlah iterasi kecil berturut-turut sampai dengan jumlah iterasi terbesar yang ditentukan.

6. Setiap proses uji coba dilakukan pengukuran kinerja jaringan baik terhadap proses pelatihan maupun pengujian untuk menentukan model *Backpropagation NN* mana yang terbaik. Model *Backpropagation NN* yang menunjukkan kinerja terbaik pada setiap langkah uji coba akan digunakan dalam proses berikutnya. Pengukuran kinerja menggunakan MSE (*Mean Squared Error*) untuk mengetahui derajat kesalahan keluaran *Backpropagation NN* dengan target yang ditentukan. Dan *Pearson's Correlation* untuk mengukur pengaruh target yang diberikan terhadap keluaran yang dihasilkan *Backpropagation NN*. Serta akurasi untuk mengetahui berapa banyak target yang diprediksikan tepat oleh keluaran *Backpropagation NN*. Bentuk akhir *Backpropagation NN* yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Arsitektur *Backpropagation NN* untuk pengklasifikasian data Pondok Pesantren Penerima Bantuan Rehabilitasi

3.3.2 Proses Pelatihan

Setelah bentuk *Backpropagation NN* didapatkan maka langkah selanjutnya adalah menentukan aturan parameternya. Parameter *Backpropagation NN* dalam penelitian ini diatur sesuai nilai *default*-nya dengan *error goal* yang

diharapkan adalah 0. Setelah konfigurasi parameter ditentukan langkah berikutnya adalah melatih jaringan dengan empat metode pelatihan, yaitu:

- a. *Gradient Descent*,
- b. *Gradient Descent with Momentum*,
- c. *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*, dan
- d. *Gradient Descent with Adaptive Momentum and Learning Rate*.

3.3.3 Analisis Model Jaringan

Model jaringan dilakukan untuk mengukur performa sebaik apa *Backpropagation NN* yang terbentuk mampu merespon setiap pola masukan yang diberikan terhadap target yang diharapkan. Analisis model jaringan dilakukan dengan :

1. Menganalisis sejauh apa *Backpropagation NN* meminimalisir nilai kesalahan antara keluaran dengan target yang diharapkan dengan menggunakan *Mean Squared Error*.
2. Menganalisis seberapa kuat korelasi antara target yang diharapkan dengan keluaran yang dihasilkan, sehingga diketahui seberapa jauh kinerja *Backpropagation NN* dalam menghasilkan nilai keluaran yang diharapkan berkorelasi positif kuat dengan target yang diberikan. Tahap analisis ini dengan menghitung koefisien korelasi hasil keluaran dengan target yang diharapkan menggunakan *Pearson's Correlation*.
3. Menganalisis seberapa baik *Backpropagation NN* menjadi *classifier* dalam penelitian ini dengan menggunakan *Confusion Matrix*. Dalam tahap ini jumlah *record* akan dihitung:
 - a. Seberapa banyak target yang terprediksi dengan tepat (*True Positive* (TP), *True Negative* (TN)) oleh keluaran dari proses pelatihan,
 - b. Seberapa banyak target yang terprediksi salah (*False Negative* (FN), *False Positive* (FP)) oleh keluaran dari proses pelatihan,
 - c. Proporsi dari *record* positif yang teridentifikasi sebagai positif (sensitifitas atau *recall* atau *True Positive Rate* (TPR)),
 - d. Proporsi dari *record* negatif yang teridentifikasi sebagai negatif (spesifisitas atau *True Positive Rate* (TNR)),

- e. Proporsi dari *record* negatif yang terprediksi sebagai positif (*False Positive Rate* (FPR)),
 - f. proporsi dari *record* positif yang terprediksi sebagai negatif (*False Negative Rate* (FNR)),
 - g. persentase *record* positif di antara *record-record* yang teridentifikasi positif (presisi atau ketepatan), dan
 - h. Presentase *record* yang diklasifikasikan dengan benar (akurasi) oleh *Backpropagation NN*.
4. Memvisualisasikan kinerja model *Backpropagation NN* hasil pelatihan sebagai *classifier* dengan menggunakan kurva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) dan menghitung Area Under Curve (AUC) -nya.

3.4 Pengklasifikasian Data Baru

Setelah bentuk jaringan yang menghasilkan performa terbaik didapatkan dari hasil analisis hasil pelatihan, maka langkah selanjutnya adalah mensimulasikan data pondok pesantren yang masuk pada kategori data tidak terklasifikasi yang diperoleh pada tahap persiapan dan pemilihan data menggunakan jaringan tersebut. Hasil dari simulasi ini adalah daftar klasifikasi data pondok pesantren berdasarkan jenis bantuan yang paling mungkin diterimakan mengikuti kesesuaian pola data pondok pesantren yang sudah pernah menerima jenis bantuan tertentu sebelumnya. Daftar klasifikasi tersebut nantinya akan dijadikan bahan telaah PPK untuk menilai jenis bantuan apa yang paling pantas diberikan kepada pondok pesantren untuk kemudian dilakukan validasi dan verifikasi atas kebenaran data yang diinputkan pondok pesantren ke dalam *Education Management Information System* (EMIS). Karena keluaran hasil simulasi terhadap data baru tidak selalu sama persis dengan target yang ingin dicapai maka nilai dari keluaran akan dibulatkan ke bilangan bulat terdekat dengan memenuhi persamaan (3.2).

$$y = \text{round}(f(x)) \quad (3.2)$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil dari penelitian tentang klasifikasi Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren dengan menggunakan metode *Backpropagation NN*. Data pondok pesantren yang diperoleh akan dibagi menjadi dua, antara lain:

- data terklasifikasi

yaitu data pondok pesantren yang sudah mengajukan permohonan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren dan mendapatkan status dan jenis bantuan yang diterimanya. Data ini akan digunakan sebagai data pelatihan *Backpropagation NN*.

- data tidak terklasifikasi

yaitu data pondok pesantren yang belum pernah mengajukan permohonan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. Data ini akan disimulasikan dengan hasil pelatihan jaringan dengan performa terbaik untuk menghasilkan klasifikasi dengan kelas yang sesuai. Hasil klasifikasi bisa digunakan PPK sebagai bahan telaah sebelum melakukan verifikasi dan validasi.

4.1 Tahap Persiapan dan Pemilihan Data

Jumlah data lembaga pendidikan keagamaan Islam yang terkumpul di *Education Management Information System* per update sampai dengan Semester Genap Tahun Ajaran 2016/2017 sejumlah 4029 *record* dengan 132 atribut. Sedangkan berdasarkan data pelaksanaan anggaran Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Tahun Anggaran 2016 dan 2017 terdapat 109 lembaga yang dimasukkan dalam data terklasifikasi karena sudah pernah mengajukan permohonan bantuan dan diketahui jenis bantuannya. Seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pemisahan data pondok pesantren menurut kategori

Kategori	Jumlah record
Data terklasifikasi	109
Data tidak terklasifikasi	3920
Jumlah	4029

Dan 3920 data yang lain dimasukkan ke dalam kategori data tidak terklasifikasi karena belum pernah mengajukan permohonan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. Selanjutnya adalah pemilihan fitur. Fitur yang digunakan dalam proses pelatihan disesuaikan dengan parameter-parameter dalam dasar hukum yang telah ditetapkan. Parameter-parameter tersebut antara lain:

4.1.1 Aktif menyelenggarakan kegiatan kepesantrenan

Terdapat 15 fitur yang dipilih dalam parameter ini, ditunjukkan pada Tabel 4.2. Penilaian terhadap fitur parameter ini adalah 1 jika pondok pesantren menyelenggarakannya dan 0 jika tidak.

Tabel 4.2 Fitur-fitur parameter kegiatan kepesantrenan dari data terklasifikasi

No.	Nama Fitur	Nama Variabel	Nilai	
			Min	Max
1	Menyelenggarakan pengajian dan kajian kitab kuning/klasik	pengajian_kitab	1	1
2	Menyelenggarakan pendidikan muadalah setingkat MI/SD	muadalah_ula	0	0
3	Menyelenggarakan pendidikan muadalah setingkat MTs/SMP	muadalah_wustha	0	1
4	Menyelenggarakan pendidikan muadalah setingkat MA/SMA	muadalah_ulya	0	1
5	Menyelenggarakan pendidikan diniyah formal setingkat MI/SD	pdf_ula	0	0
6	Menyelenggarakan pendidikan diniyah formal setingkat MTs/SMP	pdf_wustha	0	1
7	Menyelenggarakan pendidikan diniyah formal setingkat MA/SMA	pdf_ulya	0	1
8	Menyelenggarakan pendidikan tinggi keagamaan Islam	umum_mahad_penyele nggara	0	0
9	Menyelenggarakan pendidikan kesetaraan paket A	umum_a_peyelenggara	0	1
10	Menyelenggarakan pendidikan kesetaraan paket B	umum_b_peyelenggara	0	1
11	Menyelenggarakan pendidikan kesetaraan paket C	umum_c_peyelenggara	0	1

4.1.2 Minimnya rehabilitasi (sarana) yang layak dan/atau memadai

Parameter ini dilakukan dengan memperhatikan kondisi sarana yang dimiliki pesantren, berapa banyak yang masih dalam kondisi baik, rusak ringan ataupun yang sudah rusak berat. Fitur dari parameter sarana yang diambil disesuaikan dengan kelas jenis bantuan rehabilitasi yang dijadikan target pelatihan. Tabel 4.3 menunjukkan fitur-fitur yang dipilih dalam parameter ini.

Tabel 4.3 Fitur-fitur parameter sarana pesantren dari data terklasifikasi

No.	Nama Fitur	Nama Variabel	Nilai	
			Min	Max
1	Jumlah asrama dalam kondisi baik	umum_asrama_b	0	140
2	Jumlah asrama dalam kondisi rusak ringan	umum_asrama_rr	0	33
3	Jumlah asrama dalam kondisi rusak berat	umum_asrama_rb	0	17
4	Jumlah toilet guru dalam kondisi baik	umum_r_tol_g_b	0	6
5	Jumlah toilet guru dalam kondisi rusak ringan	umum_r_tol_g_rr	0	12
6	Jumlah toilet guru dalam kondisi rusak berat	umum_r_tol_g_rb	0	5
7	Jumlah toilet santri dalam kondisi baik	umum_r_tol_s_b	0	36
8	Jumlah toilet santri dalam kondisi rusak ringan	umum_r_tol_s_rr	0	13
9	Jumlah toilet santri dalam kondisi rusak berat	umum_r_tol_s_rb	0	6

4.1.3 Jumlah peserta didik (santri)

Penilaian dari fitur santri sebagaimana yang ditunjukkan dalam Tabel 4.4 adalah jumlah santri yang dimiliki pondok pesantren. Banyak jumlah peserta terkecil yang dimiliki pesantren adalah 3 santri, dan jumlah terbesar santri yang dimiliki pondok pesantren adalah 2379 santri.

Tabel 4.4 Fitur parameter peserta didik

No.	Nama Fitur	Nama Variabel	Nilai	
			Max	Min
1	Santri yang belajar dan tinggal di pesantren	santri_mukim	3	2379

4.1.4 Penentuan Kelas

Kelas ditentukan sesuai dengan jenis bantuan yang pernah diberikan oleh pemerintah kepada pondok pesantren. Karena proses pelatihan *Backpropagation NN* pada dasarnya adalah operasi matematika, maka untuk dapat digunakan dalam pelatihan tipe data target diubah dari nominal menjadi numerik. 4 kelas yang digunakan sebagai target dalam proses pelatihan *Backpropagation NN*. Kelas-kelas tersebut adalah sebagaimana disebutkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Daftar jenis Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Kanwil Kemenag Prop. Jawa Timur TA 2016-2017

Jenis bantuan	Kelas
Tidak dapat bantuan	0
Bantuan rehab gedung asrama	1
Bantuan rehab sanitasi	2
Bantuan pembangunan gedung asrama	3

4.2 Pra Pemrosesan

Setelah data didapatkan dan dipisahkan menurut kategori *unclassified* dan *classified* serta fitur-fitur ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembersihan data dan normalisasi.

4.2.1 Pembersihan Data

Agar data yang terkumpul dan sudah dipisahkan dapat digunakan dalam pelatihan *Backpropagation NN* dan menjaga integritas keluaran yang dihasilkan maka perlu dilakukan pembersihan. Setiap *record* pondok pesantren yang hanya memiliki nilai null atau 0 (nol) pada parameternya akan dibuang karena diindikasikan datanya tidak valid, dan merupakan suatu kemustahilan jika pondok pesantren tidak memiliki salah satu atau beberapa parameter tersebut. Selain itu untuk data terklasifikasi, fitur yang memiliki nilai maksimum dan minimum yang sama tidak digunakan dalam proses lebih lanjut karena tidak memiliki nilai rentang. Untuk parameter sarana yang digunakan dalam proses pelatihan dipilih fitur yang sesuai dengan jenis bantuan sebagaimana yang ditampilkan dalam Tabel 4.5.

Fitur-fitur yang dibuang karena memiliki nilai minimum dan maksimum yang sama dicantumkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Fitur dengan nilai minimum dan maksimum yang sama

No.	Nama Fitur	Nama Variabel	Nilai	
			Min	Max
1	Menyelenggarakan pengajian dan kajian kitab kuning/klasik	pengajian_kitab	1	1
2	Menyelenggarakan pendidikan muadalah setingkat MI/SD	muadalah_ula	0	0
3	Menyelenggarakan pendidikan muadalah setingkat MTs/SMP	muadalah_wustha	0	0
4	Menyelenggarakan pendidikan muadalah setingkat MA/SMA	muadalah_ulya	0	0
5	Menyelenggarakan pendidikan diniyah formal setingkat MI/SD	pdf_ula	0	0
6	Menyelenggarakan pendidikan tinggi keagamaan Islam	umum_mahad_penyelenggara	0	0

Jumlah *record* data terklasifikasi dan *record* data tidak terklasifikasi yang diperoleh dari hasil proses pembersihan ini sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 4.7 terdiri atas 15 fitur. 15 fitur ini yang akan digunakan dalam proses lebih lanjut.

Tabel 4.7 Data hasil pembersihan

Kategori	Jumlah record
Data terklasifikasi	64
Data tidak terklasifikasi	2792
Jumlah	2856

Banyaknya data pada masing-masing kelas pada data terklasifikasi yang diperoleh dari hasil pembersihan ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Daftar jenis Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Kanwil Kemenag Prop. Jawa Timur TA 2016-2017

Jenis bantuan	Kelas	Banyak <i>record</i>
Tidak dapat bantuan	0	36
Bantuan rehab gedung asrama	1	14
Bantuan rehab sanitasi	2	6
Bantuan pembangunan gedung asrama	3	8

4.2.2 Normalisasi

Proses normalisasi linier pada semua fitur menghasilkan bentang nilai antara 0 sampai dengan 1. Hasil normalisasi terhadap 15 fitur hasil dari pembersihan data yang ditunjukkan pada Tabel 4.9. Fitur-fitur ini dan besaran datanya hasil dari normalisasi digunakan dalam proses pelatihan *Backpropagation NN*.

Tabel 4.9 Hasil normalisasi pada nilai fitur

No.	Nama Fitur	Nama Variabel	Nilai	
			Max	Min
1	Santri yang belajar dan tinggal di pesantren	x1	0	1
2	Menyelenggarakan pendidikan diniyah formal setingkat MTs/SMP	x2	0	1
3	Menyelenggarakan pendidikan diniyah formal setingkat MA/SMA	x3	0	1
4	Menyelenggarakan pendidikan kesetaraan paket A	x4	0	1
5	Menyelenggarakan pendidikan kesetaraan paket B	x5	0	1
6	Menyelenggarakan pendidikan kesetaraan paket C	x6	0	1
7	Jumlah asrama dalam kondisi baik	x7	0	1
8	Jumlah asrama dalam kondisi rusak ringan	x8	0	1
9	Jumlah asrama dalam kondisi rusak berat	x9	0	1
10	Jumlah toilet guru dalam kondisi baik	x10	0	1
11	Jumlah toilet guru dalam kondisi rusak ringan	x11	0	1
12	Jumlah toilet guru dalam kondisi rusak berat	x12	0	1
13	Jumlah toilet santri dalam kondisi baik	x13	0	1
14	Jumlah toilet santri dalam kondisi rusak ringan	x14	0	1
15	Jumlah toilet santri dalam kondisi rusak berat	x15	0	1

4.2.3 Tes Korelasi

Korelasi yang dilakukan pada setiap fitur terhadap target yang ditentukan menunjukkan nilai $0 < \text{Pearson's Correlation} < 0,5$, dapat disimpulkan bahwa target dan fitur memiliki keterhubungan yang “lemah”. Artinya tidak ada satu fitur pun yang berpengaruh secara kuat terhadap penentuan target yang ingin dicapai. Lemahnya nilai korelasi ini disebabkan minimnya data terklasifikasi sehingga

minim pula pola data yang seragam pada masing-masing kelas. Dan juga untuk menentukan jenis bantuan yang bisa didapatkan oleh pondok pesantren tidak tergantung pada satu fitur saja, tetapi banyak fitur yang harus dipertimbangkan. Hasil tes korelasi antara fitur-fitur yang digunakan dengan target yang ditetapkan ditunjukkan dalam Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai *Pearson's Correlation* fitur terhadap target

Nama Fitur	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15
Target	0,46	-0,01	-0,01	-0,01	0,16	0,16	0,17	0,50	0,35	0,16	-0,11	0,10	0,12	0,29	0,27

4.3 Pelatihan *Backpropagation NN*

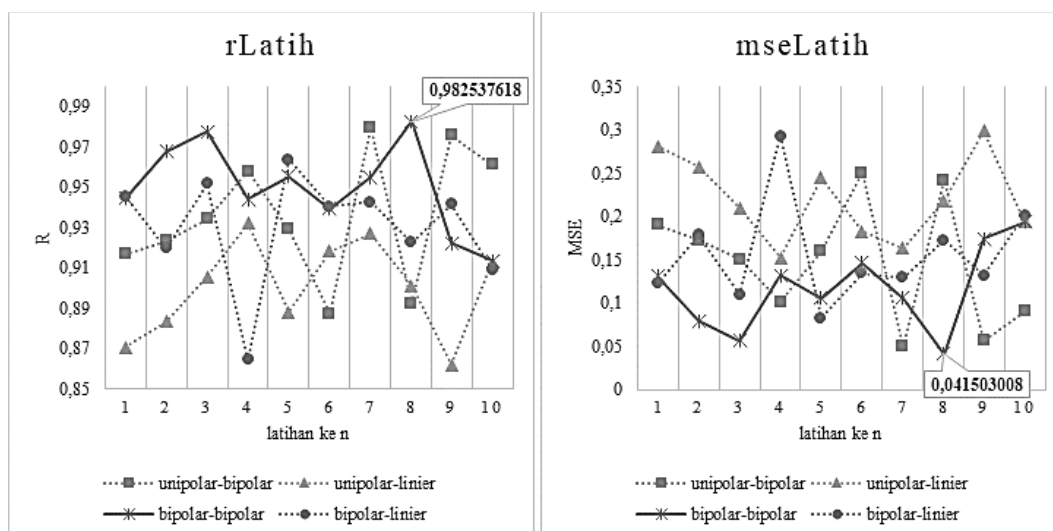
Tahap berikutnya adalah melatih *Backpropagation NN* agar dapat menghasilkan keluaran yang sesuai dengan target yang ingin dicapai berdasarkan pola data masukan yang diberikan.

4.3.1 Pembangunan arsitektur *Backpropagation NN*

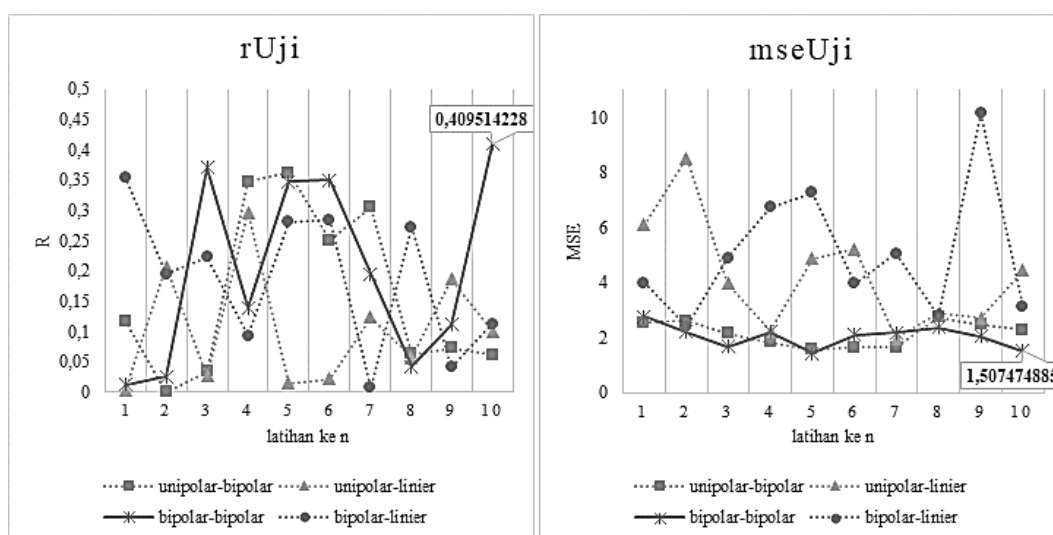
Bentuk arsitektur *Backpropagation NN* terdiri atas tiga lapis, dengan penjelasan:

1. Lapisan masukan dengan jumlah 15 unit disesuaikan dengan jumlah fitur data.
2. Fungsi aktivasi lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran menggunakan sigmoid bipolar dari hasil uji coba dengan 10 kali pelatihan pada masing-masing kombinasi fungsi aktivasi. Dari hasil uji coba dapat dijelaskan:
 - Kombinasi unipolar-unipolar menghasilkan nilai keluaran pelatihan yang berkorelasi lemah terhadap target (nilai R (*Pearson's Correlation*) rendah) dan *error* yang tinggi (nilai MSE besar) oleh karena itu tidak dipakai dalam proses selanjutnya,
 - Kombinasi fungsi aktivasi bipolar-bipolar menghasilkan nilai keluaran yang berkorelasi lebih kuat terhadap target (nilai R (*Pearson's Correlation*) lebih tinggi) dibanding dengan kombinasi fungsi aktivasi yang lain pada proses pelatihan dengan nilai *Pearson's Correlation* tertinggi sebesar 0,982537618. Maupun proses pengujian dengan nilai *Pearson's Correlation* tertinggi sebesar 0,409514228. Dan *error* pada proses pelatihan lebih rendah (nilai MSE lebih rendah) dibanding kombinasi fungsi aktivasi

lainnya dengan nilai MSE terendah sebesar 0,041503008. Maupun proses pengujian dengan nilai MSE terendah sebesar 1,507474885. Maka kombinasi fungsi aktivasi ini digunakan dalam arsitektur Backpropagation NN yang sedang dibangun. Hasil uji coba fungsi aktivasi ditunjukkan pada Gambar 4.1 pada proses pelatihan, dan Gambar 4.2 untuk proses pengujian.



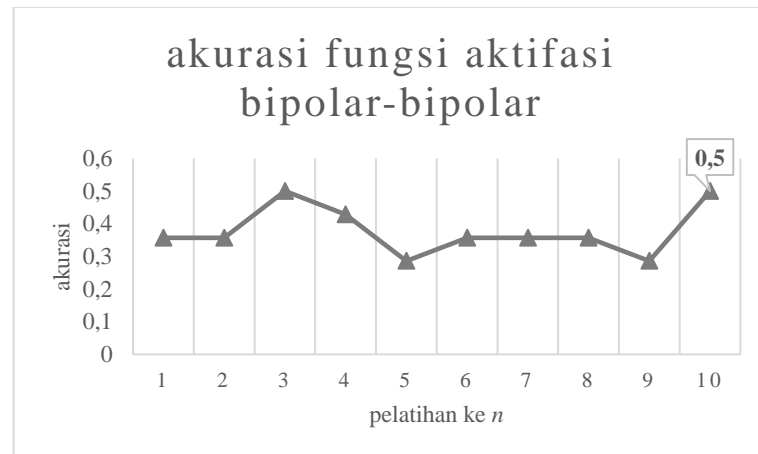
Gambar 4.1 Hasil uji coba fungsi aktivasi proses pelatihan



Gambar 4.2 Hasil uji coba fungsi aktivasi proses pengujian

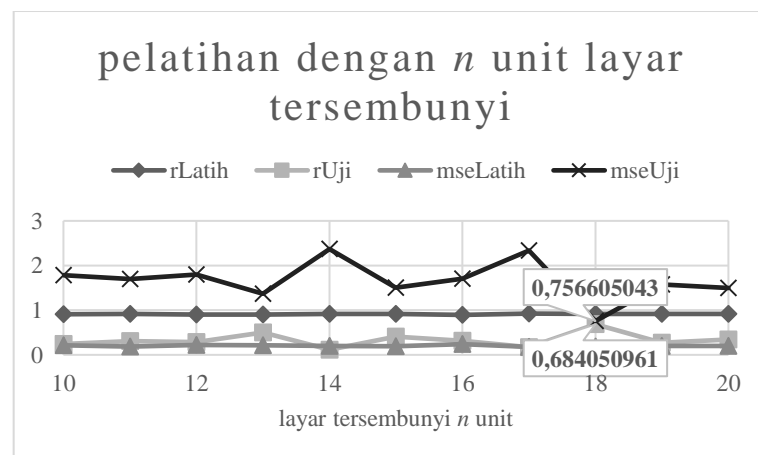
- Dari 10 proses pelatihan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid bipolar pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran akurasi terbaik diperoleh pada proses pelatihan ke 10 dengan nilai akurasi 0,5. Kombinasi pembagian acak

antara komposisi data pelatihan dan data uji (menggunakan metode *holdout* 0,8) pada pelatihan ke 10 ini yang digunakan dalam proses selanjutnya. Nilai akurasi pada setiap proses pelatihan dengan kombinasi fungsi aktivasi untuk lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran menggunakan sigmoid bipolar – sigmoid bipolar ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil uji coba menggunakan fungsi aktivasi bipolar-bipolar

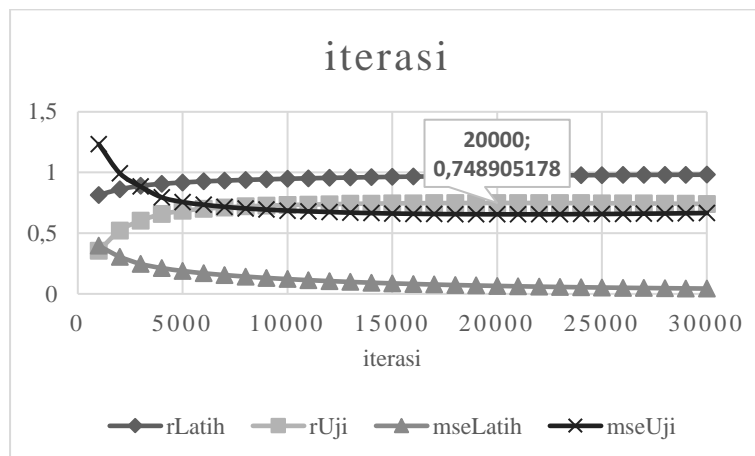
3. Lapisan tersembunyi dengan jumlah unit 18 unit, karena dari pelatihan pada arsitektur *Backpropagation NN* yang terbentuk dari langkah 2 memperoleh kinerja terbaik ketika menggunakan unit pada lapisan tersembunyi sebanyak 18 unit sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik hasil uji coba *Backpropagation NN* dengan n unit lapisan tersembunyi

Uji coba dilakukan dengan menggunakan unit pada lapisan tersembunyi berturut-turut sejumlah 10 sampai dengan 20. Lapisan tersembunyi dengan 18 unit tersembunyi menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai MSE pengujian terendah sebesar 0,756605043 dan nilai R (*Pearson's Correlation*) tertinggi sebesar 0,684050961.

4. Satu unit pada lapisan keluaran.
5. Lapisan masukan dan tersembunyi masing-masing diberikan satu unit tambahan untuk bias.
6. Pelatihan dilakukan dengan sebanyak 20000 iterasi karena dari Gambar 4.5 *Backpropagation NN* yang terbentuk dari langkah 1 sampai dengan langkah 5 mencapai performa terbaik dengan nilai R (*Pearson's Correlation*) pengujian tertinggi sebesar 0,748905178 pada iterasi ke 20000.



Gambar 4.5 Grafik hasil uji coba *Backpropagation NN* dengan n iterasi

4.3.2 Konfigurasi

Selain arsitektur *Backpropagation NN* ada beberapa konfigurasi yang harus dilakukan berkenaan dengan proses pelatihan.

- a. *Error goal* = 0;
- b. *Iteration* = 20000;
- c. *Learning rate* = 0,01
- d. *Learning rate increase* = 1,05
- e. *Learning rate decrease* = 0,7
- f. *Momentum constant* = 0,9

g. *Maximum performance increase* = 1,04

Mengacu pada metode *holdout*, data yang sudah memiliki label (data terklasifikasi) dibagi menjadi dua bagian secara *random* tiap jenis label, 80% atau 50 data untuk pelatihan yang terdiri atas 28 data pada kelas 0, 11 data pada kelas 1, 4 data pada kelas 2 dan 7 data pada kelas 3. Adapun untuk pengujian menggunakan 20% atau 14 data yang terdiri atas 7 data pada kelas 0, 3 data pada kelas 1, 2 data pada kelas 2, dan 2 data pada kelas 3. Komposisi pembagian data dengan menggunakan metode *holdout* disajikan dalam Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pembagian data metode *holdout*

Data	Komposisi % Jumlah Data	Kelas	Jumlah Data
Data latih	80% 50	0	28
		1	11
		2	4
		3	7
Data uji	20% 14	0	7
		1	3
		2	2
		3	2
Jumlah	100% 64		64

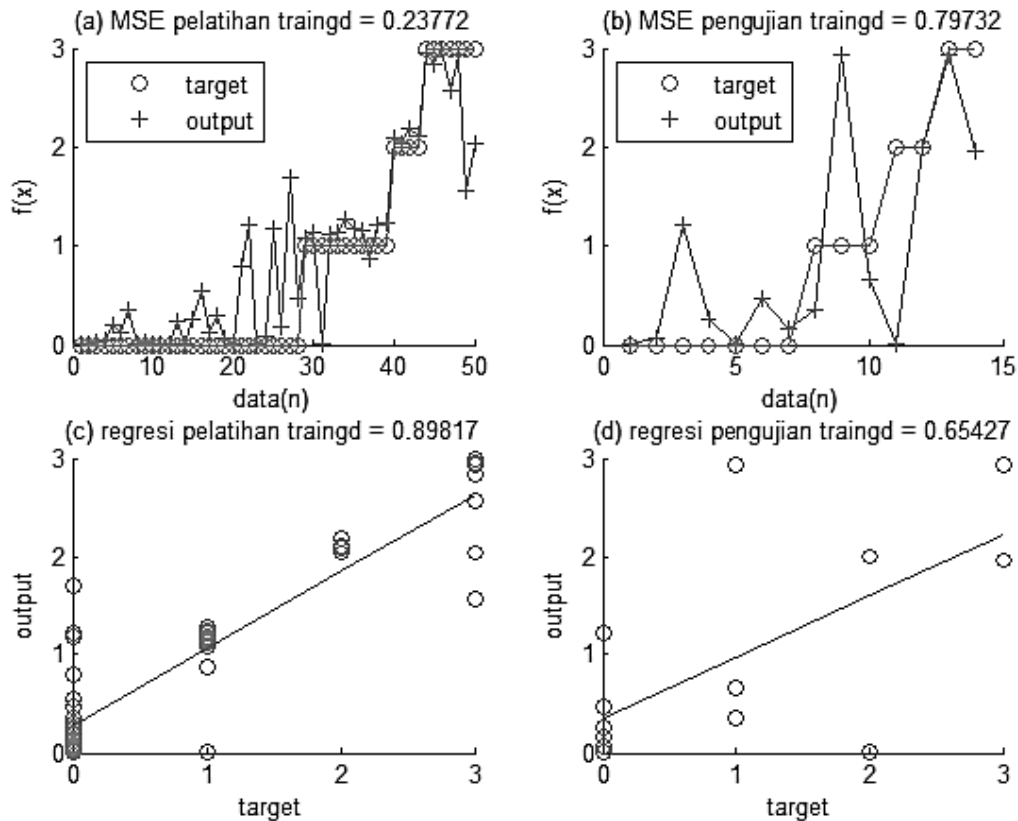
4.3.3 Proses pelatihan dan analisis hasil pelatihan

Pelatihan dilakukan dengan metode, *Gradient Descent*, *Gradient Descent with Momentum*, *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*, dan *Gradient Descent with Adaptive Momentum and Learning Rate*. Keluaran yang dihasilkan oleh pelatihan dianalisis menggunakan *Mean Squared Error*, koefisien korelasi (*Pearson's Correlation*), *confusion matrix* dan Kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Hasil analisis ditunjukkan pada beberapa tabel dan gambar berikut:

4.3.3.1 Mean Squared Error dan Pearson's Correlation

Unjuk kinerja *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *gradient descent* (*traingd*) menunjukkan kinerja yang baik dengan $MSE \leq 0,5$, dan keluaran yang dihasilkan berkorelasi “kuat” dengan target yang diberikan dengan $0,8 <$

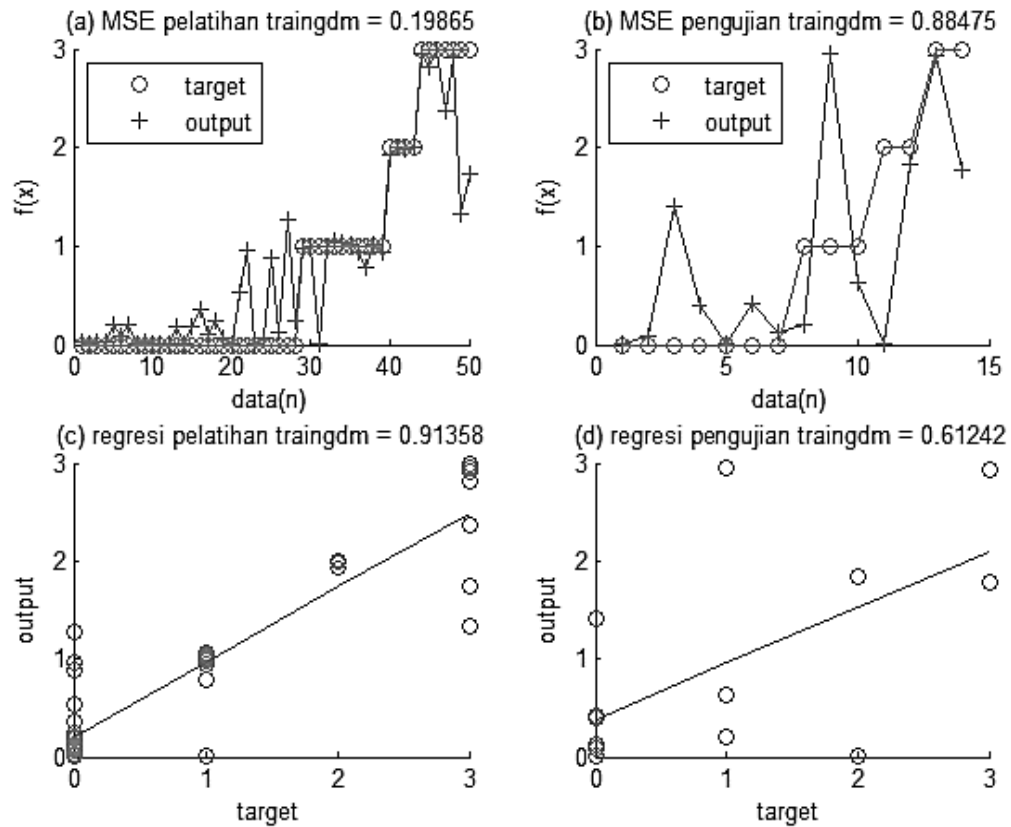
$Pearson's\ Correlation < 1$. Sedangkan pada saat pengujian *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent* menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan $0,5 < MSE \leq 1$, dan keluaran berkorelasi “sedang” dengan target yang diberikan karena $0,5 < Pearson's\ Correlation \leq 0,8$. Grafik hasil pelatihan *Backpropagation NN* metode *gradient descent* ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafis uji kinerja pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent*

Unjuk kinerja pelatihan *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* (*traingdm*) dalam kategori baik karena $MSE \leq 0,5$, Dan untuk pengukuran korelasi antara keluaran dengan target yang diberikan menunjukkan kriteria “kuat” dengan $0,8 < Pearson's\ Correlation < 1$. Sedangkan ketika dilakukan pengujian *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* tergolong dalam kategori cukup baik dengan $0,5 < MSE \leq 1$, dan korelasi keluaran dengan target yang diberikan dalam kriteria “sedang” dengan $0,5 < Pearson's\ Correlation \leq 0,8$.

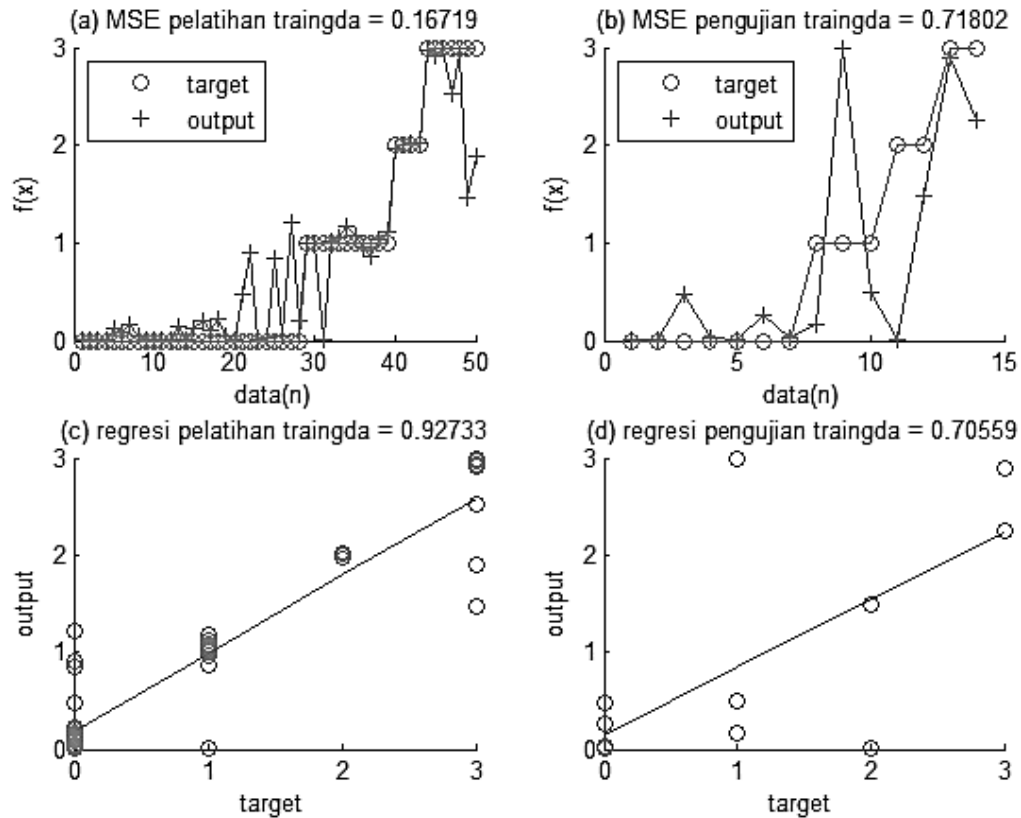
Grafik hasil pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent with Momentum* ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafis uji kinerja pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent with Momentum*

Dalam pengukuran unjuk kinerja *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate (traingda)* menunjukkan kategori baik dengan $MSE \leq 0,5$, dan dengan $0,8 < \text{Pearson's Correlation} < 1$ menunjukkan korelasi antara keluaran dan target yang diberikan dalam kriteria “kuat”. Sedangkan ketika dilakukan pengujian *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* dalam kategori cukup baik dengan $0,5 < MSE \leq 1$. Dan dengan nilai $0,5 < \text{Pearson's Correlation} \leq 0,8$ menunjukkan korelasi antara keluaran dengan target yang diberikan ber kriteria “sedang”.

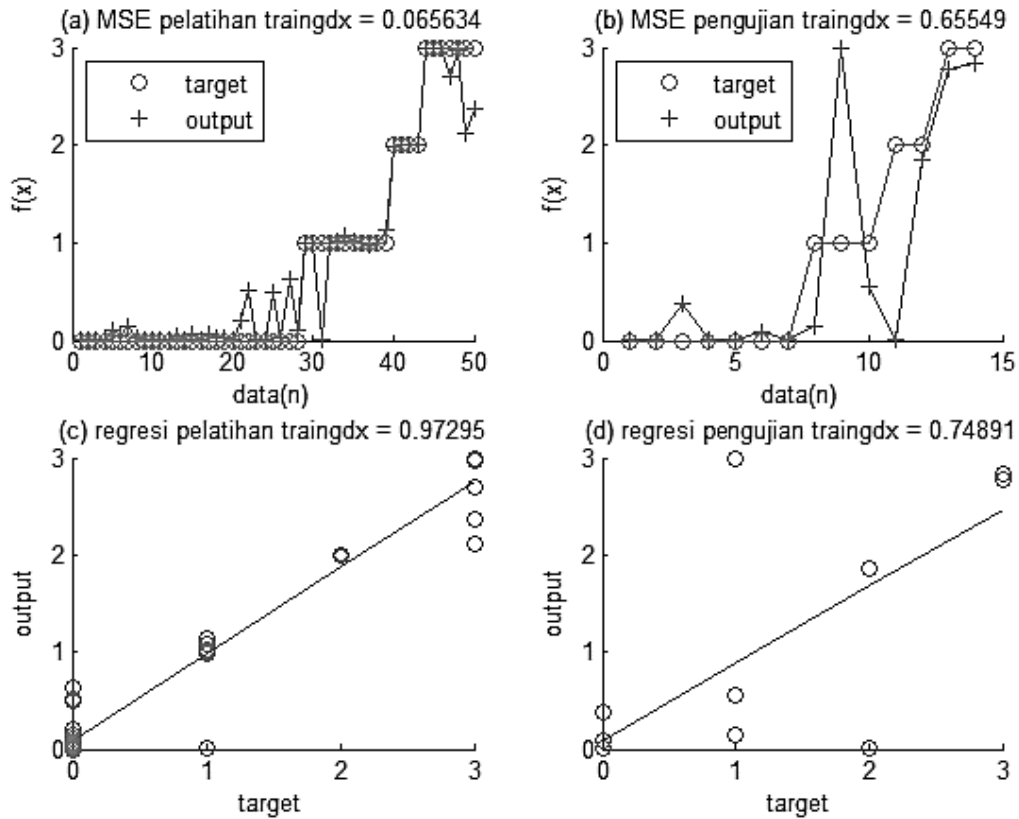
Grafik hasil pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent with Momentum* ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafis uji kinerja pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*

Dan untuk pelatihan *Backpropagation NN* dengan metode *Gradient Descent With Momentum and Adaptive Learning Rate (traingdx)* menunjukkan kinerja yang baik dengan $MSE \leq 0,5$. Sedangkan korelasi antara keluaran dengan target yang diberikan berada pada kriteria “kuat” dengan $0,8 < \text{Pearson's Correlation} < 1$. Serta ketika dilakukan pengujian *Backpropagation NN* dengan metode *Gradient Descent With Momentum and Adaptive Learning Rate* menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan $0,5 < MSE \leq 1$, nilai $0,5 < \text{Pearson's Correlation} \leq 0,8$ menunjukkan korelasi antara keluaran dengan target yang diberikan berkriteria “sedang”.

Grafik hasil pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent with Momentum* ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafis uji kinerja pelatihan *Backpropagation NN* metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*

Nilai kesalahan kinerja pelatihan nilai kesalahan yang diperoleh dengan penghitungan *Mean Squared Error* dari masing-masing metode pelatihan menunjukkan *Backpropagation NN* dapat melakukan pelatihan terhadap data dengan kinerja yang baik ($\text{MSE} < 0,5$). Kinerja terbaik dengan nilai MSE terendah dihasilkan dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* yaitu 0,07. Sedangkan untuk pengukuran kinerja dengan *Pearson's Correlation* hasil keluaran pelatihan *Backpropagation NN* dan target menunjukkan kriteria keterhubungan “kuat” karena berada pada interval $0,8 < \text{Pearson's Correlation} < 1$. Kinerja terbaik dengan nilai *Pearson's Correlation* tertinggi dihasilkan dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum*

and Adaptive Learning Rate yaitu 0,98. Pengukuran kinerja pelatihan ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Kinerja pelatihan *Backpropagation NN*

No.	Metode Pelatihan	Kinerja Pelatihan	
1	<i>Gradient Descent</i>	MSE	0,24
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,90
2	<i>Gradient Descent with Momentum</i>	MSE	0,20
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,91
3	<i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	MSE	0,17
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,93
4	<i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	MSE	0,07
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,97

Sedangkan kinerja pengujian sebagaimana pada Tabel 4.13, nilai kesalahan yang diperoleh dengan penghitungan *Mean Squared Error* dari masing-masing metode pelatihan menunjukkan *Backpropagation NN* dapat mengenali *blind data* dengan kinerja “cukup” ($0,5 \text{ MSE} < 1$). Kinerja terbaik dengan nilai MSE terendah dihasilkan dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* yaitu 0,66. Untuk pengukuran kinerja dengan *Pearson's Correlation* keluaran *Backpropagation NN* dan target menunjukkan kriteria keterhubungan “sedang” karena berada pada interval $0,5 < \text{Pearson's Correlation} \leq 0,8$. Kinerja terbaik dengan nilai *Pearson's Correlation* tertinggi dihasilkan dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* yaitu 0,75.

Tabel 4.13 Kinerja pengujian *Backpropagation NN*

No.	Metode Pelatihan	Kinerja Pengujian	
1	<i>Gradient Descent</i>	MSE	0,80
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,65
2	<i>Gradient Descent with Momentum</i>	MSE	0,88
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,61
3	<i>Gradient Descent with Adaptive Learning Rate</i>	MSE	0,72
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,71
4	<i>Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate</i>	MSE	0,66
		<i>Pearson's Correlation</i>	0,75

4.3.3.2 Confusion Matrix

Keluaran *Backpropation NN* tidak selalu merupakan bilangan bulat maka dilakukan pembulatan ke bilangan bulat terdekat untuk mendapatkan kelas yang sesuai. Dengan begitu dapat dianalisis seberapa baik *Backpropation NN* sebagai *classifier* mengenali beberapa *record* pada kelas yang berbeda dengan menggunakan *Confusion Matrix*.

4.3.3.2.1 Analisis hasil pelatihan

Analisis hasil pelatihan dilakukan dengan melakukan plotting kelas aktual terhadap prediksi klasifikasi hasil pelatihan dari ke empat metode pelatihan *Backpropagation NN* ke dalam *confusion matrix*. Ploting *confusion matrix* pelatihan metode *gradient descent* ditunjukkan Tabel 4.14 dapat dijelaskan:

- **kelas 0**, 23 data terprediksi benar, dan 5 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 1**, 10 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 2** semua data terprediksi benar.
- **kelas 3**, 5 data terprediksi benar, dan 2 data sisanya terprediksi salah.

Tabel 4.14 *Confusion Matrix* pelatihan metode *Gradient Descent*

		<i>terprediksi</i>				Total
		0	1	2	3	target
<i>target</i>	0	23	4	1	0	28
	1	1	10	0	0	11
	2	0	0	4	0	4
	3	0	0	2	5	7
total prediksi		24	14	7	5	50

Ploting kelas aktual terhadap prediksi klasifikasi hasil pelatihan metode *gradient descent with momentum* dapat dijelaskan:

- **kelas 0**, 24 data terprediksi benar, dan 4 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 1**, 10 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 2**, semua data terprediksi benar.
- **kelas 3**, 4 data terprediksi benar, 3 data sisanya terprediksi salah.

Confusion matrix hasil pelatihan metode *gradient descent with momentum* ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 *Confusion Matrix* pelatihan metode *Gradient Descent With Momentum*

		<i>terprediksi</i>				Total target
		0	1	2	3	
<i>target</i>	0	24	4	0	0	28
	1	1	10	0	0	11
	2	0	0	4	0	4
	3	0	1	2	4	7
total prediksi		25	15	6	4	50

Pelatihan metode *gradient descent with adaptive learning rate* ditunjukkan Tabel 4.16 dapat dijelaskan untuk kelas 0, 25 data terprediksi benar, dan 3 data lainnya terprediksi salah. Untuk kelas 1, 10 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah. Untuk kelas kelas 2 semua data terprediksi benar. Dan untuk kelas 3, 5 data terprediksi benar sedangkan 2 data lainnya terprediksi salah.

Tabel 4.16 *Confusion Matrix* pelatihan metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*

		<i>terprediksi</i>				Total target
		0	1	2	3	
<i>Target</i>	0	25	3	0	0	28
	1	1	10	0	0	11
	2	0	0	4	0	4
	3	0	1	1	5	7
total prediksi		26	14	5	5	50

Ploting kelas aktual terhadap prediksi klasifikasi hasil pelatihan metode *gradient descent with momentum and adaptive learning rate* dapat dijelaskan

- **kelas 0**, 26 data terprediksi benar, dan 2 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 1**, 10 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 2** semua data terprediksi benar.
- **kelas 3**, 5 data terprediksi benar sedangkan 2 data lainnya terprediksi salah.

Confusion matrix hasil pelatihan metode *gradient descent with momentum and adaptive learning rate* ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 *Confusion Matrix* pelatihan metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*

		<i>terprediksi</i>				Total
		0	1	2	3	target
<i>target</i>	0	26	2	0	0	28
	1	1	10	0	0	11
	2	0	0	4	0	4
	3	0	0	2	5	7
total prediksi		27	12	6	5	50

Pengukuran kualitas hasil pada proses pelatihan metode *Gradient Descent* yang ditampilkan dalam Tabel 4.18 menunjukkan metode ini mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 84% proporsi data positif dan 95% proporsi data negatif,
- Mengidentifikasi dengan tepat 92% data sesuai dengan targetnya,
- Mengidentifikasi 84% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 16% anggota data positif sebagai negatif dan 5% anggota data negatif sebagai positif.

Tabel 4.18 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode *Gradient Descent*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>kelas</i>				
	0	1	2	3	
TP	23	10	4	5	
FN	5	1	0	2	
FP	1	4	3	0	
TN	21	35	43	43	
TPR = Sensitivity = Recall	0,82	0,91	1,00	0,71	0,84
TNR = Specificity	0,95	0,90	0,93	1,00	0,95
FNR	0,18	0,09	0,00	0,29	0,16
FPR = 1- Specificity	0,05	0,10	0,07	0,00	0,05
Accuracy	0,88	0,90	0,94	0,96	0,92
Precision	0,96	0,71	0,57	1,00	0,84

Pengukuran kualitas hasil yang ditampilkan pada Tabel 4.19 menunjukkan metode *Gradient Descent With Momentum* mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 84% proporsi data positif dan 95% proporsi data negatif,
- Mengidentifikasi dengan tepat 92% data sesuai dengan targetnya,
- Mengidentifikasi 84% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 16% anggota data positif sebagai negatif dan 5% anggota data negatif sebagai positif.

Tabel 4.19 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode *Gradient Descent With Momentum*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>Label</i>				
	0	1	2	3	
TP	24	10	4	4	
FN	4	1	0	3	
FP	1	5	2	0	
TN	21	34	44	43	
TPR = Sensitivity = Recall	0,86	0,91	1,00	0,57	0,84
TNR = Specificity	0,95	0,87	0,96	1,00	0,95
FNR	0,14	0,09	0,00	0,43	0,16
FPR = 1- Specificity	0,05	0,13	0,04	0,00	0,05
Accuracy	0,90	0,88	0,96	0,94	0,92
Precision	0,96	0,67	0,67	1,00	0,84

Pengukuran kualitas hasil metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* yang menjelaskan bahwa metode ini mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 88% proporsi data positif dan 96% proporsi data negatif.
- Mengidentifikasi dengan tepat 94% data sesuai dengan targetnya,
- Mengidentifikasi 88% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 12% anggota data positif sebagai negatif dan 4% anggota data negatif sebagai positif.

Pengukuran kualitas hasil metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* ditampilkan dalam Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>Label</i>				
	0	1	2	3	
TP	25	10	4	5	
FN	3	1	0	2	
FP	1	4	1	0	
TN	21	35	45	43	
TPR = Sensitivity = Recall	0,89	0,91	1,00	0,71	0,88
TNR = Specificity	0,95	0,90	0,98	1,00	0,96
FNR	0,11	0,09	0,00	0,29	0,12
FPR = 1- Specificity	0,05	0,10	0,02	0,00	0,04
Accuracy	0,92	0,90	0,98	0,96	0,94
Precision	0,96	0,71	0,80	1,00	0,88

Dan Tabel 4.21 menunjukkan bahwa metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 90% proporsi data positif dan 97% proporsi data negatif.
- Mengidentifikasi dengan tepat 95% data sesuai dengan targetnya,

Tabel 4.21 Pengukuran kualitas hasil pelatihan metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>Label</i>				
	0	1	2	3	
TP	26	10	4	5	
FN	2	1	0	2	
FP	1	2	2	0	
TN	21	37	44	43	
TPR = Sensitivity = Recall	0,93	0,91	1,00	0,71	0,90
TNR = Specificity	0,95	0,95	0,96	1,00	0,97
FNR	0,07	0,09	0,00	0,29	0,10
FPR = 1- Specificity	0,05	0,05	0,04	0,00	0,03
Accuracy	0,94	0,94	0,96	0,96	0,95
Precision	0,96	0,83	0,67	1,00	0,90

- Mengidentifikasi 90% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 10% anggota data positif sebagai negatif dan 3% anggota data negatif sebagai positif.

Dari analisis kualitas hasil pelatihan menggunakan *confusion matrix* tersebut dapat diketahui performa terbaik *Backpropagation NN* sebagai *classifier* (ditunjukkan dengan nilai sensitifitas, spesifisitas dan akurasi tertinggi) dan *error* terendah (ditunjukkan nilai FNR dan FPR terendah) dicapai oleh metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*.

4.3.3.2.2 Analisis hasil pengujian

Analisis hasil pengujian pelatihan dilakukan dengan melakukan plotting kelas aktual terhadap hasil prediksi ke dalam *Confusion Matrix*. Untuk pengujian metode *Gradient Descent* yang ditunjukkan Tabel 4.22.

Tabel 4.22 *Confusion Matrix* pengujian metode *Gradient Descent*

		<i>terprediksi</i>				Total target
		0	1	2	3	
<i>Target</i>	0	6	1	0	0	7
	1	1	1	0	1	3
	2	1	0	1	0	2
	3	0	0	1	1	2
total prediksi		8	2	2	2	14

Dari *Confusion Matrix* tersebut dapat dijelaskan:

- **kelas 0**, 6 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 1**, 1 data terprediksi benar, dan 2 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 2**, 1 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 3**, 1 data terprediksi benar, dan 1 data sisanya terprediksi salah.

Analisis hasil pengujian pelatihan metode *Gradient Descent with Momentum* dapat dijelaskan:

- **kelas 0**, 6 data terprediksi benar, dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 1**, 1 data terprediksi benar, dan 2 data lainnya terprediksi salah.

- **kelas 2**, 1 data terprediksi benar dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 3**, 1 data terprediksi benar, 1 data sisanya terprediksi salah.

sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 *Confusion Matrix* pengujian metode *Gradient Descent With Momentum*

		Terprediksi				Total target
		0	1	2	3	
target	0	6	1	0	0	7
	1	1	1	0	1	3
	2	1	0	1	0	2
	3	0	0	1	1	2
total prediksi		8	2	2	2	14

Analisis hasil pengujian pelatihan metode *gradient descent with adaptive learning rate* yang ditunjukkan Tabel 4.24 dapat dijelaskan

- **kelas 0** semua data terprediksi benar.
- **kelas 1** dan **kelas 2** semua data terprediksi salah.
- **kelas 3**, 1 data terprediksi benar sedangkan 1 data lainnya terprediksi salah.

Tabel 4.24 *Confusion Matrix* pengujian metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*

		terprediksi				Total target
		0	1	2	3	
Target	0	7	0	0	0	7
	1	2	0	0	1	3
	2	1	1	0	0	2
	3	0	0	1	1	2
total prediksi		10	1	1	2	14

Analisis hasil pengujian pelatihan metode *gradient descent with momentum and adaptive learning rate* dapat dijelaskan:

- **kelas 0**, semua data terprediksi benar.
- **kelas 1**, 1 data terprediksi benar, dan 2 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 2**, 1 data terprediksi benar dan 1 data lainnya terprediksi salah.
- **kelas 3**, semua datanya terprediksi benar.

Yang didapatkan dengan melakukan plotting kelas aktual terhadap hasil prediksi proses pengujian metode *gradient descent with momentum and adaptive learning*

rate dengan menggunakan *confusion matrix* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 *Confusion Matrix* pengujian metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*

		terprediksi				Total target
		0	1	2	3	
target	0	7	0	0	0	7
	1	1	1	0	1	3
	2	1	0	1	0	2
	3	0	0	0	2	2
total prediksi		9	1	1	3	14

Hasil pengukuran kualitas hasil proses pengujian pada pelatihan metode *Gradient Descent* yang ditampilkan dalam Tabel 4.26 menunjukkan metode ini mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 64% proporsi data positif dan 88% proporsi data negatif,
- Mengidentifikasi dengan tepat 82% data sesuai dengan targetnya,
- Mengidentifikasi 64% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 36% anggota data positif sebagai negatif dan 12% anggota data negatif sebagai positif.

Tabel 4.26 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode *Gradient Descent*

Kualitas Hasil	Label				
	0	1	2	3	
TP	6	1	1	1	
FN	1	2	1	1	
FP	2	1	1	1	
TN	5	10	11	11	
TPR = Sensitivity = Recall	0,86	0,33	0,50	0,50	0,64
TNR = Specificity	0,71	0,91	0,92	0,92	0,88
FNR	0,14	0,67	0,50	0,50	0,36
FPR = 1- Specificity	0,29	0,09	0,08	0,08	0,12
Accuracy	0,79	0,79	0,86	0,86	0,82
Precision	0,75	0,50	0,50	0,50	0,64

Hasil pengukuran kualitas hasil proses pengujian pada pelatihan metode *Gradient Descent With Momentum* yang ditampilkan dalam Tabel 4.27 menunjukkan metode ini mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 64,2857% proporsi data positif dan 88,0952% proporsi data negatif.
- Mengidentifikasi dengan tepat 82,1429% data sesuai dengan targetnya,
- Mengidentifikasi 64,2857% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 35,7143% anggota data positif sebagai negatif dan 11,9048% anggota data negatif sebagai positif.

Tabel 4.27 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode *Gradient Descent with Momentum*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>Label</i>				
	0	1	2	3	
TP	6	1	1	1	
FN	1	2	1	1	
FP	2	1	1	1	
TN	5	10	11	11	
TPR = Sensitivity = Recall	0,86	0,33	0,50	0,50	0,64
TNR = Specificity	0,71	0,91	0,92	0,92	0,88
FNR	0,14	0,67	0,50	0,50	0,36
FPR = 1- Specificity	0,29	0,09	0,08	0,08	0,12
Accuracy	0,79	0,79	0,86	0,86	0,82
Precision	0,75	0,50	0,50	0,50	0,64

Pengukuran kualitas hasil proses pengujian menunjukkan metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 57% proporsi data positif dan 86% proporsi data negatif.
- Mengidentifikasi dengan tepat 79% data sesuai dengan targetnya,
- Mengidentifikasi 57% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 43% anggota data positif sebagai negatif dan 14% anggota data negatif sebagai positif.

Hasil penghitungan pengukuran kualitas hasil pengujian metode *gradient descent with adaptive learning rate* ditunjukkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>Label</i>				
	0	1	2	3	
TP	7	0	0	1	
FN	0	3	2	1	
FP	3	1	1	1	
TN	4	10	11	11	
TPR = Sensitivity = Recall	1	0	0	0,5	0,57
TNR = Specificity	0,57	0,91	0,92	0,92	0,86
FNR	0	1	1	0,5	0,43
FPR = 1- Specificity	0,43	0,09	0,08	0,08	0,14
Accuracy	0,79	0,71	0,79	0,86	0,79
Precision	0,7	0	0	0,5	0,57

Hasil pengukuran kualitas hasil proses pengujian pada pelatihan metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* yang di tampilkan dalam Tabel 4.29 menunjukkan metode ini mampu:

- Mengidentifikasi dengan benar 79% proporsi data positif dan 93% proporsi data negatif.
- Mengidentifikasi dengan tepat 89% data sesuai dengan targetnya,

Tabel 4.29 Pengukuran kualitas hasil pengujian metode *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*

<i>Kualitas Hasil</i>	<i>Label</i>				
	0	1	2	3	
TP	7	1	1	2	
FN	0	2	1	0	
FP	2	0	0	1	
TN	5	11	12	11	
TPR = Sensitivity = Recall	1	0,33	0,5	1	0,79
TNR = Specificity	0,71	1	1	0,92	0,93
FNR	0	0,67	0,5	0	0,21
FPR = 1- Specificity	0,29	0	0	0,08	0,07
Accuracy	0,86	0,86	0,93	0,93	0,89
Precision	0,78	1	1	0,67	0,79

- Mengidentifikasi 79% anggota kelas positif yang terprediksi positif diantara data-data yang terprediksi positif,
- Mengalami *error* dengan memprediksi 21% anggota data positif sebagai negatif dan 7% anggota data negatif sebagai positif.

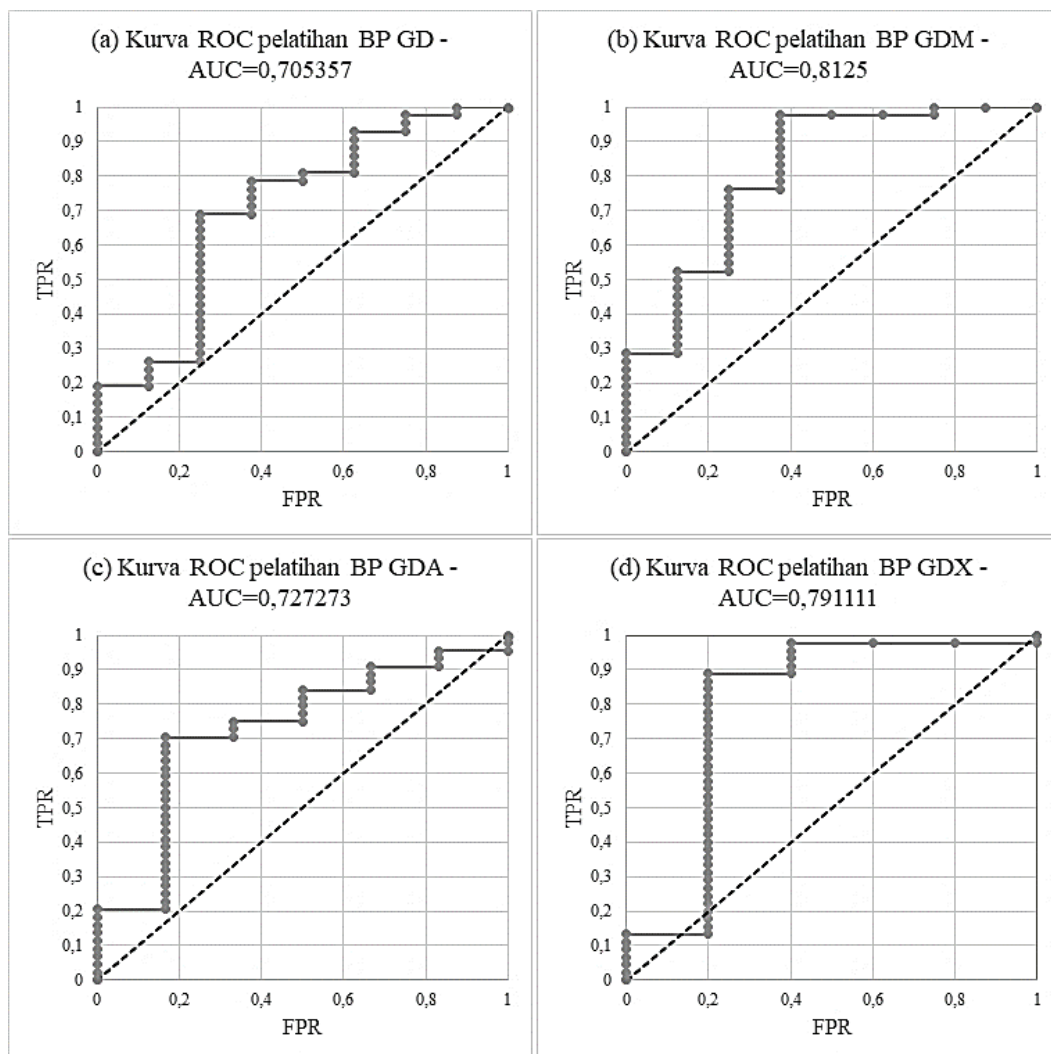
Dari hasil analisis hasil pengujian menggunakan *confusion matrix* diketahui performa terbaik *Backpropagation NN* sebagai *classifier* (ditunjukkan dengan nilai sensitifitas, spesifisitas dan akurasi tertinggi) dan dengan *error* terendah (ditandai dengan nilai FNR dan FPR terendah) dicapai oleh metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*.

4.3.3.3 Kurva ROC

4.3.3.3.1 Kurva ROC hasil pelatihan

Kurva ROC dari masing-masing metode pelatihan menunjukkan kinerja *Backpropagation NN* sebagai *classifier* dengan metode *Gradient Descent* (BP GD), *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* (BP GDA) dan *Gradient Descent With Momentum and Adaptive Learning Rate* (BP GDX) “kurang baik” dalam menangani data Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren karena nilai AUC berada dalam interval $0,7 < AUC \leq 0,8$. Sedangkan *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* dapat menunjukkan kinerja “baik” dalam menangani data Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren dengan nilai AUC berada dalam interval $0,8 < AUC \leq 0,9$, dan merupakan kinerja terbaik yang dapat ditunjukkan dibanding dengan metode pelatihan yang lainnya. Kinerja terbaik yang ditunjukkan *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* disebabkan karena metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* memiliki jumlah data dengan probabilitas bernilai positif tertinggi terbanyak (12 data) dibanding dengan tiga metode pelatihan lainnya, metode pelatihan *Gradient Descent* sebanyak 8 data, metode pelatihan *Gradient Descent with Adaptive Learning Rate* sebanyak 9 data, dan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* sebanyak 6 data.

Kurva ROC hasil pelatihan pada masing-masing metode ditunjukkan pada Gambar 4.10.

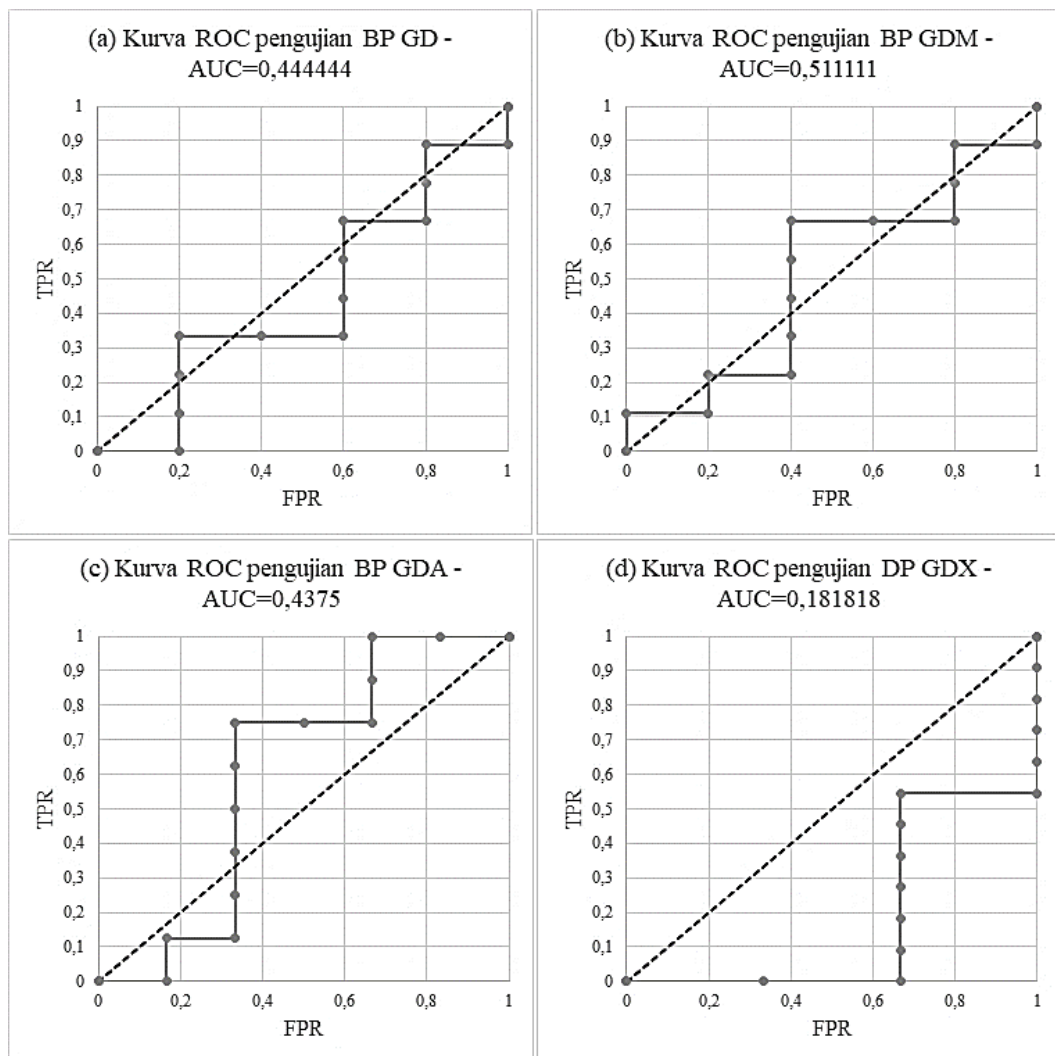


Gambar 4.10 Kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) dan nilai *Area Under Curve* (AUC) proses pelatihan.

4.3.3.3.2 Kurva ROC hasil pengujian

Sedangkan kurva ROC dari masing-masing pengujian metode pelatihan digambarkan pada Gambar 4.11 menunjukkan kinerja *Backpropagation NN* sebagai *classifier* dengan keempat metode “gagal” dalam menangani data Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren. AUC tertinggi dicapai oleh *Backpropagation NN* dengan metode *Gradient Descent with Momentum* (BP GDM) dengan nilai 0,511111. Dalam hal pengukuran kinerja menggunakan ROC dan AUC pada proses

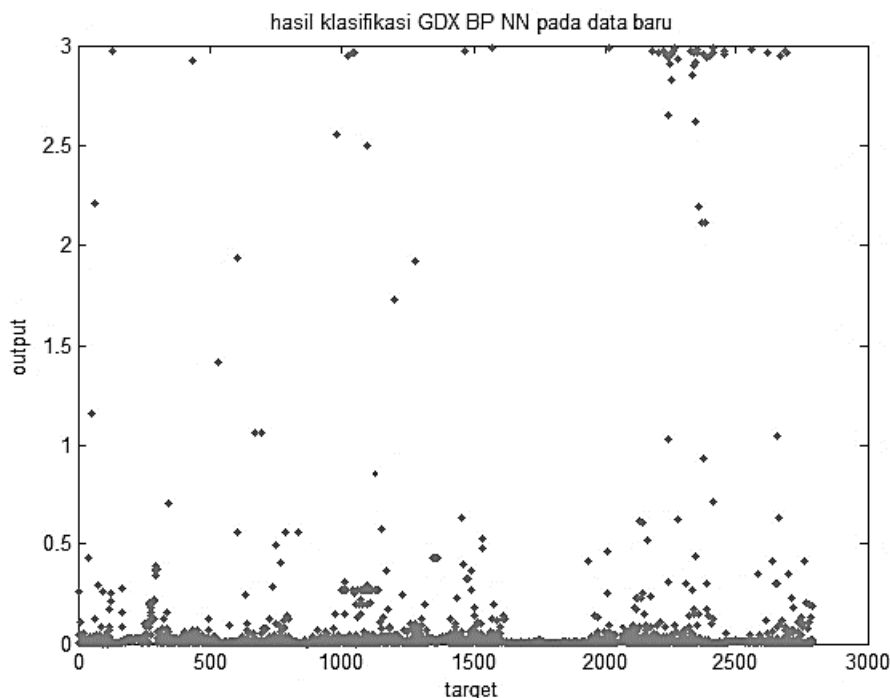
pengujian *Backpropagation NN* hanya metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* yang memiliki data dengan probabilitas tertinggi bernilai positif. Dan tiga metode pelatihan lainnya data dengan probabilitas tertingginya bernilai negatif. Rendahnya nilai AUC proses pengujian ini juga disebabkan sedikitnya data yang tersedia. Meski jumlah nilai positif (BP GD = 9; BP GDM = 9; BP GDA = 8; BP GDX = 11) > jumlah nilai negatif (BP GD = 5; BP GDM = 5; BP GDA = 6; BP GDX = 3) namun tidak dapat membawa kurva ROC berada di atas garis *random guess*. Kurva ROC hasil pelatihan pada masing-masing metode ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) dan nilai *Area Under Curve* (AUC) proses pelatihan pengujian proses pelatihan

4.4 Pengklasifikasian Data Tidak Terklasifikasi

Data tidak terklasifikasi disimulasikan dengan *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* sebagai metode yang memiliki kinerja pelatihan dan pengujian hasil evaluasi menggunakan MSE, *Pearson's Correlation*, maupun *Confusion Matrix* dengan nilai tertinggi. Hasilnya merupakan pelabelan terhadap data tidak terklasifikasi yang nantinya akan dimanfaatkan PPK sebagai daftar calon penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren sebelum proses verifikasi dan validasi. Keluaran hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil klasifikasi data baru oleh *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate*

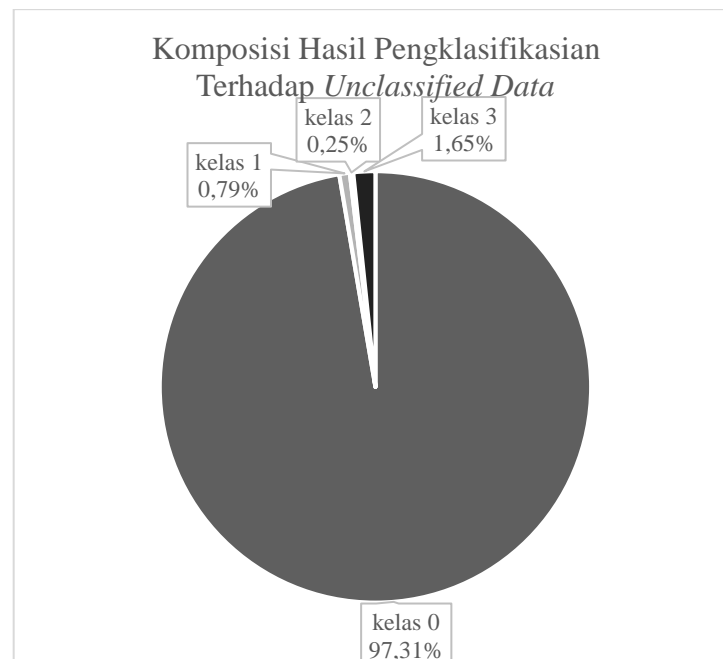
Dari Gambar 4.12 diketahui bahwa keluaran hasil simulasi tidak selalu tepat terhadap target, maka diperlukan pembulatan ke bilangan terdekat untuk menentukan label yang paling mendekati. Dengan pembulatan nilai keluaran diperoleh hasil klasifikasi dimana kelas 0 beranggotakan 2717 data, kelas 1 beranggotakan 22 data, kelas 2 beranggotakan 7 data, dan kelas 3 beranggotakan 46 data. Serta untuk menominasikannya adalah dengan mengurutkan data Pondok

Pesantren berdasarkan deviasi nilai keluaran yang dihasilkan dari simulasi dengan metode terpilih terhadap target yang ingin dicapai.

Perolehan hasil simulasi terhadap data pondok pesantren yang belum pernah mengajukan permohonan bantuan dengan menggunakan Backpropagation NN metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* ditunjukkan pada Tabel 4.30 dan Gambar 4.13.

Tabel 4.30 Hasil pengklasifikasian pada keluaran simulasi oleh *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Adaptive Momentum and Learning Rate*

kelas	jumlah	%
<i>kelas 0</i>	2717	97,31
<i>kelas 1</i>	22	0,79
<i>kelas 2</i>	7	0,25
<i>kelas 3</i>	46	1,65
<i>terklasifikasi</i>	2792	100



Gambar 4.13 Komposisi hasil pengklasifikasian terhadap data tidak terklasifikasi

Dengan nilai akurasi pengujian yang tinggi (0,89) dan komposisi data untuk pelatihan yang tidak seimbang (28 data untuk kelas 0, 11 data untuk kelas 1, 4 data untuk kelas 2, dan 7 data untuk kelas 3) menghasilkan komposisi hasil

klasifikasi pada data tidak terklasifikasi yang juga tidak seimbang. Dengan komposisi tertinggi (97,31%) berada di kelas 0, kelas 3 dengan komposisi 1,65%, kelas 1 sebesar 0,79% dan komposisi terkecil adalah kelas 2 sebesar 0,25%. Dan hasil nominasi dicontohkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Contoh hasil penominasian calon penerima Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren

No	Kelas 0		Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
	umum_nspp	deviasi	umum_nspp	deviasi	umum_nspp	deviasi	umum_nspp	deviasi
1	510035120080	0	510335050069	0,033191626	510035080118	0,061150383	510035290095	0,013460507
2	510035120085	0	512335060020	0,046558073	510035160083	0,079518637	510035250011	0,014611681
3	510035140075	0	510035100049	0,061852711	510335190001	0,114206865	510335250046	0,014611681
4	510035020002	1,66533E-16	510035100082	0,061852711	510335200043	0,11464139	510335070559	0,015321866
5	510035020090	1,66533E-16	510335200027	0,062157073	510335170061	0,190572416	511235220126	0,020251786
6	510035160087	4,996E-16	510035140164	0,147587059	510015200012	0,207049435	510335160094	0,02247408
7	510005350016	6,66134E-16	510005350194	0,156894591	510035150190	0,271837264	510335710023	0,025405756
8	510005350052	6,66134E-16	510335250042	0,293929943			510335140054	0,025654183
9	510035100098	6,66134E-16	510035060058	0,295669294			510305350027	0,026340181
10	510035100105	6,66134E-16	510035240023	0,370854662			510035750025	0,026783744
11	510035210013	6,66134E-16	512335170077	0,37113263			510035240047	0,028489342
12	510005350165	8,32667E-16	510335100034	0,378199993			512351509026	0,029410837
13	510005350186	8,32667E-16	510035710019	0,387511474			510335060212	0,030127072
14	510035280051	8,32667E-16	510035710031	0,393750466			510035030016	0,030867222
15	510035280332	8,32667E-16	510035070629	0,412214268			512351704016	0,031292803
16	512352803232	8,32667E-16	510035150010	0,423882374			510335160108	0,032637501
17	512352803237	8,32667E-16	510035080119	0,440479508			510035140064	0,032677527
18	510035080031	1,16573E-15	510035080121	0,440479508			510035140062	0,032815509
19	510035280082	2,83107E-15	510035110212	0,44390275			510305350118	0,034584705
20	510035240209	3,16414E-15	510035120045	0,444239248			510335140129	0,035672066
21	510035080129	3,33067E-15	510035240155	0,47106726			511235790026	0,036262532
22	510035160002	4,16334E-15	510035730031	0,485888784			510235790004	0,037679783
23	511235220108	6,82787E-15					512351803012	0,039678361
24	510035160032	1,03251E-14					510335250045	0,039746846
25	512305350043	1,06581E-14					510335250027	0,040490126

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Fitur-fitur Pondok Pesantren (yang disesuaikan ketentuan perundang-undangan maupun pemerintah) berkorelasi lemah terhadap jenis Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren yang telah dilaksanakan oleh Kanwil Kementerian Agama Prop. Jawa Timur selama Tahun Anggaran 2016 sampai dengan 2017 ditunjukkan dengan nilai *Pearson's Correlation* mendekati 0. Hasil ini disebabkan sedikitnya data yang digunakan untuk pelatihan sehingga tidak semua pola data pelatihan ada dalam data pengujian.
2. Namun demikian pada proses pelatihan *Backpropagation NN* mampu mengenali pola-pola data dan menghubungkannya dengan kelas sebagai target yang diinginkan. Pelatihan menunjukkan kinerja yang baik dengan nilai $0 \leq \text{MSE} < 0,5$. Dan skor *Pearson's Correlation* dalam kategori “kuat” dengan nilai $0,8 < \text{Pearson's Correlation} < 1$. Kinerja terbaik diperoleh *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* dengan mencapai nilai MSE terendah sebesar 0,07, *Pearson Correlation* tertinggi sebesar 0,97 (korelasi kuat), akurasi tertinggi sebesar 0,90. Sedangkan untuk pengukuran kinerja menggunakan kurva ROC *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum* menunjukkan kinerja terbaik dengan grafik ROC yang paling mendekati titik absolut (0,1) dengan nilai AUC tertinggi, yaitu 0,8125.
3. Pada saat pengujian *Backpropagation NN* menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan nilai $0,5 < \text{MSE} < 1,0$, dan skor *Pearson's Correlation* dalam kategori “sedang” dengan nilai $0,5 < \text{Pearson's Correlation} \leq 0,8$. Nilai MSE terkecil (0,66) dan skor tertinggi *Pearson's Correlation* (0,75 (korelasi sedang)), dan akurasi tertinggi 0,89 dicapai *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning*

Rate. Sedangkan kurva ROC yang paling mendekati titik absolut (0,1) dengan nilai AUC terbesar yaitu 0,511111 dicapai oleh *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum*.

4. Sebagai metode yang mampu menunjukkan kinerja terbaik, *Backpropagation NN* dengan metode pelatihan *Gradient Descent with Momentum and Adaptive Learning Rate* digunakan untuk mengklasifikasikan data Pondok Pesantren yang belum pernah mengajukan Bantuan Rehabilitasi dengan hasil 2717 data berada di kelas 0, 22 data berada di kelas 1, 7 data berada di kelas 2, dan 46 data berada di kelas 3.

5.2 Saran

Sedikitnya data yang digunakan pada saat pelatihan (50 *record* yang terbagi dalam 4 kelas) membuat pengulangan pola yang dikenali pada saat pelatihan *Backpropagation NN* pada setiap kelas menjadi minim. Akibatnya pada saat dilakukan pengujian *Backpropagation NN* menghasilkan skor pengujian yang rendah karena banyak *record* data yang diujikan tidak memiliki pola yang sesuai di proses pelatihan. Ditambah lagi kemungkinan adanya faktor kepentingan dalam penyaluran Bantuan Rehabilitasi menambahkan derau pada data.

Dalam penelitian selanjutnya perlu ditambahkan lagi jumlah data yang digunakan pada proses pelatihan sehingga akan menambah pola data yang berulang, menggunakan teknik pra pemrosesan yang dapat meminimalisir derau pada data. Serta perlunya dikombinasikan dengan logika *fuzzy* yang memungkinkan pemberian bobot pada nilai fitur yang bisa mengakomodir *assesment* para ahli, khususnya yang berkenaan dengan pemberian Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., 2014. Pendidikan Keagamaan Islam. *Peraturan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 13*.
- Ali, S., 2014. Satuan Pendidikan Muadalah Pada Pondok Pesantren. *Peraturan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 18*.
- Amin, K., 2016. Petunjuk Teknis Pengelolaan Bantuan Rehabilitasi Pondok Pesantren Tahun Anggaran 2016. *Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Islam Nomor 4395*.
- Fauset, L., 1994. *Fundamental of Neural Network: Architecture, Algorithms, and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Han, J., Kamber, M. & Pei, J., 2012. *Data Mining: Concepts and Techniques*. San Fransisco: Elseiver Inc..
- Isnanto, R. R., Hidayatno, A. & Zahra, A. A., 2017. *Herb Leaves Recognition Using Combinations of Hu's Moment Variants — Backpropagation Neural Network and 2-D Gabor Filter — Learning Vector Quantization (LVQ)*. Semarang, IEEE.
- Purnomo, M. H. & Kurniawan, A., 2006. *Supervised Neural Network Dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saifuddin, L. H., 2015. Rencana Strategis Kementerian Agama Tahun 2015-2019. *Keputusan Menteri Agama Republik Indonesia Nomor 39*.
- Sayad, S., 2010. *An Introduction to Data Mining*. [Online] Available at: www.saedsayad.com/data_mining.htm
- Soares, V. S., Santoso, A. J. & Setyohadi, D. B., 2017. *Timor Leste Tais Motif Recognition Using Wavelet and Backpropagation*. s.l., IEEE.
- Soekarnoputri, M., 2003. Sistem Pendidikan Nasional. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20*.
- Suciati, N., Pratomo, W. A. & Purwitasari, D., 2014. *Batik Motif Classification using Color-Texture-Based Feature Extraxction and Backpropagation Neural Network*. Kitakyushu, IEEE.
- Wahono, R. S., 2016. *romisatriawahono.net*. [Online] Available at: <http://romisatriawahono.net/dm/>
- Yudhoyono, S. B., 2007. Pendidikan Agama Dan Pendidikan Keagamaan. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55*.
- Yu, Z. Y. & Zhao, S. F., 2011. *Bank Credit Risk Management Early Warning and Decision-Making Based on BP Neural Networks*. s.l., IEEE.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Ahmad Andi Akmal Almafaluti, Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Fakultas Teknologi Elektro, Departemen Teknik Elektro, Bidang Keahlian Telematika - Pengelola Teknologi Informasi dan Komunikasi (PETIK). Penerima Beasiswa Program Kerjasama Kementerian Komunikasi dan Informasi Republik Indonesia dengan Perguruan Tinggi di Indonesia pada tahun 2016. Pegawai Negeri Sipil di Kantor Wilayah Kementerian Agama Propinsi Jawa Timur sejak tahun 2009. Lahir di Tulungagung pada 09 September 1981, anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan M. Akhson Hadi dan Mahmudati.

Alamat email: aandi0909@gmail.com

Riwayat Pendidikan

Sekolah Dasar	: SDN Sedatigede 1, Sidoarjo, Jawa Timur
Sekolah Menengah Pertama	: SMPN 1 Singosari, Malang, Jawa Timur
Sekolah Menengah Atas	: SMAN Lawang, Malang, Jawa Timur
Sarjana Strata 1	: ITATS, Surabaya, Jawa Timur